

ALINE GOES COELHO

**A COMUNIDADE DE PLANTAS UTILIZADA POR
BEIJA-FLORES NO SUB-BOSQUE DE UM FRAGMENTO DE
MATA ATLÂNTICA DA BAHIA, BRASIL**



**FEIRA DE SANTANA – BAHIA
2013**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA



**A COMUNIDADE DE PLANTAS UTILIZADA POR BEIJA-FLORES
NO SUB-BOSQUE DE UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA DA
BAHIA, BRASIL**

ALINE GOES COELHO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Botânica.

ORIENTADOR: CAIO GRACO MACHADO (UEFS)

CO-ORIENTADOR: FRANCISCO DE ASSIS RIBEIRO DOS SANTOS (UEFS)

FEIRA DE SANTANA – BAHIA

2013

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Isabel Cristina Machado

Prof.^a Dr.^a Licléia da Cruz Rodrigues

Prof.^a Dr.^a Luciene Cristina Lima e Lima

Prof.^a Dr.^a Márcia Alexandra Rocca

Prof.^a Dr.^a Miriam Gimenes

Prof. Dr. Marcos da Costa Dórea

Prof. Dr. Caio Graco Machado
Orientador e Presidente da Banca

FEIRA DE SANTANA – BAHIA

2013

Seja a mudança que deseja ver no mundo.

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Devo um enorme agradecimento ao meu orientador Dr. Caio Graco Machado: por aceitar orientar uma estudante caloura que só tinha na cabeça a romântica ideia de salvar a natureza; por me fazer apaixonar pelo trabalho em campo; obrigada por me incentivar a buscar respostas fora dos muros da universidade; por abrir meus caminhos para novas e ótimas experiências profissionais fora do país; agradeço pela paciência e também pela rigidez ao corrigir meus relatórios de iniciação científica, dissertação e principalmente a tese. Obrigada Caio por sua dedicação todo esse tempo em que foi meu professor e posso dizer companheiro de pesquisa.

Agradeço ao Dr. Luís Fernando Pascholati Gusmão e a todos os professores e colegas do programa de pós-graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) que contribuíram e compartilharam seus conhecimentos. Obrigada às secretárias da pós-graduação (Adriana Estrela e Gardênia) pelas muitas ajudas em tarefas burocráticas, principalmente na fase final de defesa.

Aos colegas do Laboratório de Micromorfologia Vegetal (LAMIV-UEFS) (Paulino, Marcos, Ricardo, Paulinha, Vanessa, Cristina, Marcel e Tiago) pela identificação dos tipos polínicos e por auxiliarem em meu aprendizado sobre palinologia, tornando o trabalho em um laboratório muito mais divertido. Obrigada ao Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos pela co-orientação que, junto com a Dra. Luciene Lima, contribuíram com valiosas sugestões para o desenvolvimento de metodologias mais adequadas.

Obrigada às Plantações Michelin da Bahia Ltda pela confiança e pelo apoio logístico e financeiro durante o desenvolvimento do projeto. Obrigada a Kevin

Flesher, André Santos e Juliana Laufer pela sempre disposição em resolver qualquer imprevisto e facilitar as atividades de campo. Devo agradecer também à Soninha e à Cristina por tornar as viagens muito mais familiares. Era muito bom, depois de cinco dias de campo, acordar e encontrar o café da manhã preparado em cima da mesa. Obrigada Soninha!!!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado (demanda social) e pela bolsa Sanduiche PDSE, oferecendo oportunidades para dedicação e qualificação acadêmica.

Agradeço a todos os professores que ajudaram na identificação das plantas: Dr. André Amorim (Bromeliaceae, Costaceae, Cucurbitaceae e Marantaceae); Dr. Luciano Paganucci de Queiroz (Fabaceae); Dr. Alain Chautems (Gesneriaceae); Dr. João Marcelo Alvarenga Braga (Heliconiaceae); Dra. Rafaela Forzza (Bromeliaceae); Dra. Milene Maria da Silva-Castro (Bignoniaceae); Edyla Andrade (Cucurbitaceae); e à amiga MSc. Ana Luiza Andrade Côrtes (Acanthaceae).

Obrigada à Prof^a. Ana Ortega Olivencia do Laboratorio del Área de Biología Vegetal, Ecología y Ciencia de la Tierra da Universidad de Extremadura, Espanha pela grande colaboração com a identificação dos grãos de pólen e por permitir que eu participasse dos projetos de polinização em vegetação mediterrânea. A todos do laboratório que me receberam com muito carinho na Espanha, sempre dispostos a ajudar não só nas atividades do laboratório ou de campo, mas também por fazerem me sentir acolhida, me apresentando sua cultura da melhor forma possível (Prof. Dr. Tomás Rodrigues Riaño, Prof^a. Dra Josefa Lopes Martínez, MSc. Marisa Navarro Pérez, Marta Espinosa Sánchez, Prof. Dr. Francisco Javier Valtueña Sánchez, Dr. Santiago Fernández Rodríguez, Prof. Dr.

Rafael Tormo Molina, Prof^a. Dr. Emilia Botello Cambero, Juan Álvarez Núñez, Prof^a. Dra Carmen Gloria Relinque Román e Carlos Mayo Merino).

Agradeço muito aos amigos do Laboratório de Ornitologia (ORNITO-UEFS) pela grande colaboração em campo e em laboratório e claro, pelos momentos de diversão nas Quintas do Andu (Alan, Fernando, Marcel, Cristiane Estrela, Ana Tereza, Emília, Maurício, Cyrio, André e Clézia). À Erica, pelo ótimo trabalho nas viagens de coleta com muita disposição e entusiasmo. Obrigada aos amigos André Moreira e Leonardo Macedo e ao Prof. Dr. Marco Mello pela valiosa e indispensável ajuda nas análises estatísticas.

Agradeço com toda força à Carol, melhor amiga que alguém poderia ter, companheira em qualquer situação, sempre disposta a animar e também a consolar quando preciso. Obrigada amiga pelo apoio incondicional!!

Muito obrigada aos gestores e colegas do Colégio da Polícia Militar de Feira de Santana que sempre acreditaram, incentivaram e investiram em minha qualificação profissional como pesquisadora e como professora.

A toda minha família, por compreender minha ausência e por todo apoio emocional. À minha mãe Marise, principal responsável e incentivadora de minhas conquistas profissionais e à minha cunhada e terapeuta Dalila por me mostrar que a vida ainda guarda muito pra mim.

Obrigada a Danilo pelo incentivo, pela ajuda em campo, por tanta dedicação nesses últimos meses, por fazer as tarefas domésticas que deveriam ser feitas por mim, por entender e explicar a todos minha ausência em encontros familiares e claro pelos muitos beijinhos no olho para curar as minhas crises de enxaqueca. Muito obrigada também às filhas canina (Flora) e felina (Dona Chica)

que, coincidentemente ou não, me pediam afagos quando eu já não aguentava mais trabalhar no computador.

Não posso deixar de agradecer aos cantores Xangai e Juraildes da Cruz pela linda letra e canção da música “Vida de campo”, a qual nos animava todo santo dia de coleta, logo ao nascer do sol, momento de saída para o campo:

VIDA DE CAMPO

*O galo cantou, é de manhã
A barra do dia, dourada vem surgindo
Clariô
A passarada acorda fazendo festa
A natureza sorrindo*

*A vida no campo é fruta madura
Amizade é coisa pura, é mel no coração
Gado no curral, cuscuze com leite
Café com queijo, eu gosto é de um requeijão
Vou lhe falar: não troco essa vida
Por nada desse mundo
Não saio desse lugar*

*Quando é meio dia
A cigarra enche o mundo de som
Na maior alegria
Anoiteceu
Na prosa do "cumpade", o bezerro
Foi a onça quem comeu*

ÍNDICE

Resumo geral	
Introdução geral	1
Referências bibliográficas	4
Capítulo 1 – A comunidade de plantas visitadas por beija-flores (Aves: Trochilidae) no sub-bosque de uma área de Mata Atlântica da Bahia, Brasil	
Resumo	11
Abstract	12
Introdução	13
Materiais e métodos	15
Resultados	20
Discussão	25
Referências bibliográficas	31
Tabelas e figuras	38
Capítulo 2 - Fenologia de floração da comunidade vegetal visitada por beija-flores (Aves: Trochilidae) em área de sub-bosque de Mata Atlântica da Bahia	
Resumo	48
Abstract	49
Introdução	50
Materiais e métodos	52
Resultados	55
Discussão	57
Referências bibliográficas	60
Tabelas e figuras	66
Capítulo 3 - Tipos polínicos transportados por beija-flores do sub-bosque de uma área da Mata Atlântica da Bahia	
Resumo	71
Abstract	72
Introdução	73
Materiais e métodos	75
Resultados	79
Discussão	82
Referências bibliográficas	89
Tabelas e figuras	94
Anexo	100

RESUMO GERAL

Os estudos sobre interações planta/beija-flor em Mata Atlântica têm fornecido informações importantes sobre plantas ornitófilas e o uso de beija-flores como vetores de pólen e o papel destas aves na manutenção de comunidades vegetais. O objetivo deste estudo foi investigar a comunidade vegetal utilizada por beija-flores, conhecer o padrão fenológico de floração da comunidade além de identificar a carga polínica transportada pelos troquilídeos visitantes. O estudo foi realizado de abril de 2009 a agosto de 2011, no sub-bosque de uma área de Mata Atlântica na Reserva Ecológica da Michelin, Igrapiúna, Bahia. Os beija-flores foram identificados a partir de observações focais em plantas floridas, registrando suas estratégias de forrageio e o local de deposição de pólen no corpo das aves. Das plantas visitadas pelos beija-flores, foram registrados dados sobre morfologia e biologia floral, sendo classificadas como ornitófila ou não ornitófila, e o número de flores e botões produzidos mensalmente. Dos beija-flores capturados, foi removido o pólen impregnado em seu bico, cabeça, garganta e peito. Os tipos polínicos foram identificados e contabilizados em laboratório. Foram registradas dezoito espécies de plantas, a maioria ornitófila (83%), sendo visitadas por beija-flores. Treze espécies de beija-flores visitaram as plantas, sendo *Phaethornis ruber* o vetor de pólen mais frequente. Durante o período de estudo, a comunidade vegetal apresentou floração contínua com picos de floração sequenciais. Dezesesseis tipos polínicos foram identificados em oito espécies de beija-flores capturadas, sendo o bico o principal local de deposição de pólen (58%), seguido da cabeça (30%), garganta (11%) e peito (1%). Divergências no local de deposição de pólen no corpo das aves reduz a probabilidade de mistura de pólen heteroespecífico, permitindo a coexistência de plantas que se beneficiam da partilha de polinizadores. A floração contínua da comunidade garante a presença de seus polinizadores na área, evitando deslocamentos populacionais em busca de recurso. O alto investimento na morfologia floral especializada proporciona a deposição de grande quantidade de grãos de pólen em local seguro do corpo da ave, maximizando o sucesso reprodutivo vegetal.

Palavras chave: Carga polínica, fenologia floral, Mata Atlântica, recursos florais, Trochilidae.

ABSTRACT

Studies on hummingbird/plant interactions in the Atlantic Forest have been providing major data on ornithophilous plants and on the role of these birds as pollen vectors and maintainers of plant communities. The aim of this study was to investigate a plant community used by hummingbirds, in order to recognize flowering phenological patterns and to identify pollen loads transported by visiting trochilidae. Fieldwork was performed from April 2009 to August 2011 in the understory of an Atlantic Forest area within Michelin Ecological Reserve, in Igrapiúna municipality, Bahia State. We identified hummingbirds from focal observations in flowering plants, recording their foraging strategies and the local of pollen deposition in their bodies. Data on morphology and floral biology were recorded for plants visited by hummingbirds, such as the number of flowers and buds monthly produced and if the plant was ornithophilous or not. Pollen attached to the beak, head, throat and chest of captured hummingbirds was removed, identified and counted in laboratory. About 18 plant species, most of them ornithophilous (83%), were visited by 13 hummingbird species, with *Phaethornis ruber* being the most frequent pollen vector. The plant community showed a continuous flowering, with sequential flowering peaks during the studied period. Sixteen pollen types and eight hummingbird species were recorded, with the beak being the main area for pollen deposition (58%), followed by the head (30%), throat (11%) and chest (1%). Differences on the local of pollen deposition on birds reduce the chance of mixing pollen from different species, allowing their coexistence by the sharing of the same pollen vector. Continuous flowering within the plant community assure the presence of their pollinators in the area, avoiding population dislocation towards floral resources. A high investment on floral morphology specialization allows a great deposition of pollen grains over a safe place on the body of the hummingbirds, maximizing plant reproductive success. Keywords: pollen loads, floral phenology, ornithophily, floral resources, pollination.

INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é considerada uma das áreas de maior diversidade e prioritária para conservação devido à sua grande riqueza biológica e ao alto grau de fragmentação (Myers *et al.* 2000). O sul da Bahia conserva a parcela mais significativa de Mata Atlântica remanescente no nordeste do Brasil, apresentando uma grande riqueza de espécies da fauna e da flora, sendo considerada como um dos principais centros de endemismo da Mata Atlântica (Mori *et al.* 1981, Mittermeier *et al.* 1982, Thomas *et al.* 1988, Araujo *et al.* 1998, Martini *et al.* 2007).

Estudos sobre as comunidades de beija-flores e do grupo de plantas visitadas por estes animais tem sido realizado principalmente em área de Mata Atlântica do sul e sudeste do Brasil (Snow & Snow 1986, Araujo 1996, Sazima *et al.* 1996, Buzato *et al.* 2000, Vasconcelos & Lombardi 2000, Varassin & Sazima 2000, Abreu & Vieira 2004, Kaehler *et al.* 2005, Rocca-de-Andrade 2006, Bueno 2012, Fonseca 2012). No nordeste do Brasil, os trabalhos se concentram em áreas de caatinga (Leal *et al.* 2006, Machado 2009, Las casas *et al.* 2012), campo rupestre, (Machado *et al.* 2007, Santana & Machado 2010) e mata atlântica do estado de Pernambuco (Lopes 2002, Siqueira-Filho 2003) não existindo qualquer trabalho sobre comunidade de beija-flores e seus recursos florais em área de mata atlântica da Bahia.

Os beija-flores apresentam importante papel na reprodução de espécies vegetais em biomas tropicais, sendo o maior grupo de polinizadores vertebrados de plantas neotropicais (Bawa 1990, Rocca & Sazima 2010). Por depender do néctar para suprir suas necessidades energéticas, os beija-flores apresentam alto grau de adaptação morfológica, fisiológica e comportamental para visitar as flores (Lasprilla 2003).

As plantas ornitófilas (Faegri & van der Pijl 1980) são um importante componente das comunidades vegetais tendo os beija-flores como seus principais polinizadores (Machado & Rocca 2010). Os beija-flores, porém, não obtêm recursos apenas em espécies ornitófilas, visitando também flores com atributos florais não-ornitófilos, principalmente em épocas de baixa oferta de recursos (Machado 2009).

O néctar é um recurso que pode ser partilhado levando-se em conta fatores como padrões temporais de atividade das aves, atributos florais e diferenças morfológicas no comprimento do bico dos beija-flores (Araujo 1996). A competição pode ocorrer entre plantas por vetores de pólen e entre beija-flores por néctar (Kodric-Brown *et al.* 1984). A separação espacial na deposição de pólen no corpo dos beija-flores pode diminuir a competição por polinizadores e a interferência interespecífica de pólen pode favorecer a coexistência de espécies que partilham polinizadores (Murcia & Feinsinger 1996).

Interações bióticas podem modelar os ciclos anuais de floração de espécies neotropicais (Wright & Calderon 1995, Bawa *et al.* 2003). A floração sequencial em comunidade ornitófila da mata atlântica proporciona recurso disponível para beija-flores (néctar) durante todo o ano, e com isso a manutenção dos agentes polinizadores na área (Buzato *et al.* 2000). A baixa sobreposição dos picos de floração evita a competição por vetores de pólen e a hibridização entre espécies que compartilham o mesmo grupo de polinizador (Machado & Semir 2006).

Estudos detalhados sobre o padrão de floração de espécies polinizadas por beija-flores podem permitir inferências sobre fatores bióticos e abióticos que regem a floração em ambientes de floresta atlântica e os processos evolutivos

que modelam a organização temporal de recursos para polinizadores (Stiles 1978). O estudo da fenologia de floração das espécies de plantas visitadas pelos beija-flores e as interferências de fatores ambientais, como pluviosidade, temperatura, umidade e fotoperíodo do período de produção de flores, podem esclarecer questões sobre sucesso reprodutivo vegetal, competição por vetores de pólen e oferta de recurso (néctar) durante o ano.

Ainda que os estudos realizados através de registros visuais de visitas às flores promovam esclarecimentos acerca das relações evolutivas entre plantas e seus visitantes florais, estudos sobre a comunidade de plantas visitadas por beija-flores abordados sob perspectivas palinológicas, embora escassos (Borgella *et al.* 2001, Amaya *et al.* 2001, Lasprilla & Sazima 2004, Araújo 2010, Fonseca 2012), são altamente relevantes, uma vez que fornecem informações importantes e complementares às observações diretas em campo, para um melhor entendimento das interações planta/beija-flor.

A abordagem palinológica pode fornecer não apenas dados acerca do número de espécies de plantas utilizadas pelos beija-flores (Lasprilla 2003), como também proporcionam esclarecimentos sobre o comportamento de forrageio dos beija-flores visitantes florais e grupos de beija-flores polinizadores de um dado grupo de planta.

O transporte de pólen por diferentes espécies de beija-flores e em diferentes partes do corpo do animal pode refletir as características florais das espécies visitadas, como comprimento do tubo da corola e disposição das anteras e o tipo de visita utilizada pelo beija-flor (visita legítima ou pilhagem). Além disso, fornece informações também sobre os grupos de plantas associadas a uma dada

espécie de beija-flor, além da compreensão da organização das comunidades de beija-flores (Lasprilla 2003).

Como a perspectiva palinológica só ressalta visitas legítimas dos beija-flores, ela é muito importante para avaliar a eficiência de polinizador e, de certa forma, analisar especializações e generalizações quanto ao uso do recurso pelos beija-flores e ao uso dos vetores de pólen das espécies vegetais (Amaya *et al.* 2001), potencialmente importante para compreender a organização da comunidade vegetal.

Desta forma, o enfoque do presente estudo foi investigar as interações ecológicas entre plantas e beija-flores visitantes florais no sub-bosque de uma área de Mata Atlântica da Bahia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, C. R. M. & Vieira, M. F. 2004. Os beija-flores e seus recursos florais em um fragmento florestal de Viçosa, Sudeste brasileiro. *Lundiana* 5: 129-134.
- Amaya, M.; Stiles, F. G. & Rangel, J. O. 2001. Interacción planta-colibrí en Amacayacú (Amazonas, Colômbia): una perspectiva palinológica. *Caldasia* 23 (1): 301-322.
- Araujo, A. C. 1996. Beija-flores e seus recursos florais numa área de planície costeira do litoral norte de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Estadual de Campinas.
- Araújo, F. P. 2010. A comunidade de plantas utilizadas e suas interações com beija-flores em uma área de Cerrado, Uberlândia - Minas Gerais. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Ecologia. Universidade Estadual de Campinas.

- Araújo, M.; Alger, K.; Rocha, R. & Mesquita, C. A. B. 1998. A Mata Atlântica do Sul da Bahia: situação atual, ações e perspectivas. Série Estados e Regiões da RBMA, caderno nº 8, São Paulo.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in a tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.
- Bawa, K. S.; Kang, H. & Grayum, M. H. 2003. Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest trees. *American Journal of Botany* 90(6): 877–887.
- Borgella Jr, R.; Snow, A. A. & Gavin, T. A. 2001. Species Richness and Pollen Loads of Hummingbirds Using Forest Fragments in Southern Costa Rica. *Biotropica* 33: 90-109.
- Bueno, R. de O. 2012. Fatores que influenciam interações entre beija-flores e plantas em Mata Atlântica: disponibilidade de recursos e ajustes morfológicos. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal do Paraná.
- Buzato, S., M. Sazima & I. Sazima. 2000. Hummingbird-pollinated floras at tree Atlantic Forest sites. *Biotropica*. 32 (4b): 824- 841.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1980. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, London.
- Fonseca, L. C. N. 2012. Transporte de pólen de espécies ornitófilas e energia disponível para beija-flores em área de Mata Atlântica. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Campinas.

- Kaehler, M.; Varassin, I. G. & Goldenberg, R. 2005. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto Montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 28: 219-228.
- Kodric-Brown, A.; Brown, J. B. G. S. & Gori, D. F. 1984. Organization of a tropical island community of hummingbirds and flowers. *Ecology* 65:1358-1368.
- Las-Casas, F. M. G.; Azevedo Júnior, S. M. & Dias Filho, M. M. 2012. The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. *Brazilian Journal of Biology*. 72 (1) 51-58.
- Lasprilla, L. R. & Sazima, M. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15(Suppl.): 183-190.
- Lasprilla, L. R. 2003. Interações planta/beija-flor em três comunidades vegetais da parte sul do Parque Nacional Natural Chiribiquete, Amazonas (Colômbia). Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Leal, F. C.; Lopes, A. V. & Machado, I. C. 2006. Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 29: 379-389.
- Lopes, A. V. de F. 2002. Polinização por beija-flores em remanescente da Mata Atlântica pernambucana, nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Biologia vegetal. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Machado, C. G. & Rocca, M. 2010. Protocolos para o estudo de polinização por aves. In: Von Matter, S., Straube, F., Candido Jr, J.F., Piacentini, V. e Accordi, I. (Org.). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa*

- e Levantamento. Editora Technical Books, v. 1, p. 473-489, 1 ed., Rio de Janeiro.
- Machado, C. G. & Semir, J. 2006. Fenologia de floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica*. 29 (1) 163-174.
- Machado, C. G.; Coelho, A. G.; Santana, C. S. & Rodrigues, M. 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15(2): 215-227.
- Machado, C.G. 2009. Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 26 (2): 255-265.
- Martini, A. M. Z., Fiaschi, P., Amorim, A. M. A., Paixão, J. L. 2007. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation* 16: 3111-3128.
- Mittermeier, R. A.; Coimbra-Filho, A. F.; Contable, I. D.; Rylands, A. B. & Valle, C. M. C. 1982. Conservation of primates in the Atlantic Forest region of eastern Brazil. *Int. Zoo. Yearbook* 22: 2-17.
- Mori, S.A.; Boom, B.M. & Prance, G. T. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest species. *Brittonia* 33: 233-245.
- Murcia, C. & Feinsinger, P. 1996. Interspecific pollen loss by hummingbirds visiting flower mixtures: effects of floral architecture. *Ecology* 77:550-560.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Rocca-de-Andrade, M. A. 2006. Recurso floral para aves em uma comunidade de Mata Atlântica de encosta: sazonalidade e estratificação vertical. Tese de

Doutorado. Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Campinas.

Rocca, M. A. & Sazima, M. 2010. Beyond hummingbird-flowers: The other side of ornithophily in the neotropics. *Oecologia Australis* 14(1): 67-99.

Rodrigues, L. C. 2011. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre: composição de espécies, sazonalidade e rede de interações. Tese de doutorado. Pós-graduação em Ecologia. Universidade Federal de Minas Gerais.

Santana, C. S. & Machado, C. G. 2010. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 33(3): 469-477.

Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1996. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. *Botanica Acta* 109: 149-160.

Siqueira-Filho, J. A. de. 2003. Fenologia da floração, ecologia da polinização e conservação de bromeliaceae na floresta atlântica nordestina. Tese de doutorado. Pós-graduação em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Pernambuco. Snow & Snow 1986,

Stiles, F.G. 1978. Temporal organization of flowering among the hummingbird foodplants of a tropical wet forest. *Biotropica* 10: 194-210.

Thomas, W. W.; Carvalho, A. M. V.; Amorim, A. M.; Garrison, J. & Arbeláez, A. L. 1988. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 7: 311- 322.

- Varassin, I. G. & Sazima, M. 2000. Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em mata atlântica no sudeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (Nova Série)*. 11/12: 57-70.
- Vasconcelos, M. F. & Lombardi, J. A. 2000. Espécies vegetais visitadas por beija-flores durante o meio do verão no Parque Estadual de Pedra Azul, Espírito Santo. *Melopsittacus* 3: 36-41.
- Wright, S. J. & Calderon, O. 1995. Phylogenetic patterns among tropical flowering phenologies. *Journal of Ecology* 83: 937-948.

CAPÍTULO I

**A COMUNIDADE DE PLANTAS VISITADAS POR BEIJA-FLORES (AVES:
TROCHILIDAE) NO SUB-BOSQUE DE UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA
DA BAHIA, BRASIL**

RESUMO

Os estudos sobre as comunidades vegetais e seus beija-flores polinizadores têm fornecido informações importantes sobre suas interações e relações evolutivas. Em uma comunidade de plantas ornitófilas pode haver competição entre beija-flores por néctar e, entre as plantas, sobreposição de vetores de pólen. O objetivo desse estudo foi identificar as interações entre a comunidade vegetal e seus beija-flores visitantes florais no sub-bosque de uma área de Mata Atlântica na Reserva Ecológica da Michelin, Igrapiúna, Bahia. De abril de 2009 a agosto de 2011, foram identificados, a partir de observações focais de plantas floridas, os beija-flores visitantes e suas estratégias de forrageio. Das plantas utilizadas pelos beija-flores foram registrados dados sobre morfologia e biologia floral. Foi utilizado o índice de Pearson para avaliar a correlação entre o comprimento da corola, o volume de néctar acumulado e o comprimento do bico dos beija-flores visitantes. A sobreposição das plantas quanto ao uso do polinizador foi testada usando o índice de sobreposição de Schoener. Foram registradas dezoito espécies de plantas, a maioria ornitófila (83%), predominando flores com corola tubulosa de comprimento médio. Treze espécies de beija-flores foram registradas visitando as plantas, dos quais *Phaethornis ruber* foi o vetor de pólen mais frequente, visitando 89% das espécies, atuando como “trapliner” de alta e de baixa recompensa, parasitas de território e generalistas. Das visitas registradas, 95% foram legítimas, com os grãos de pólen depositados no bico, cabeça ou garganta da ave. Não houve correlação significativa entre os caracteres da morfologia floral e comprimento do bico dos beija-flores. A comunidade vegetal apresentou ampla sobreposição no uso de vetores de pólen. As espécies de plantas que apresentaram maior índice de sobreposição foram visitadas principalmente por *P. ruber*, que foi considerado espécie chave na comunidade vegetal. Divergências no local de deposição de pólen no corpo das aves reduz a probabilidade de mistura de grãos de pólen heteroespecífico, permitindo a coexistência de espécies de plantas que se beneficiam da partilha de polinizadores.

Palavras chave: morfologia floral, pólen, ornitofilia, polinização, visitantes florais.

ABSTRACT

Studies on plant communities and hummingbirds have been providing important insights on evolutionary pollination interactions. Competition for nectar among hummingbirds in an ornithophilous plant community is expected, as well as competition among these plants for pollen vectors. In this sense, we aimed to identify interactions among hummingbirds, as pollen vectors, and plant communities in the understory of an Atlantic Forest remnant within Michelin Ecological Reserve, Igrapiúna municipality, Bahia state. Fieldwork was performed from April 2009 to August 2011, with the identification of hummingbirds and their foraging strategies made from focal observations in flowering plants. Pearson index was used to evaluate the correlation between corolla length, the amount of accumulated nectar and beak length of visiting hummingbirds. Competition on pollen vectors was tested using Schoener index of diet overlap. A total of 18 plant species were recorded, most of them were ornithophilous (83%), with a tubulose and mid-sized length corolla. Thirteen hummingbird species were recorded visiting plants, and *Phaethornis ruber* was the most frequent pollen vector. This species visited 89% of plant species, acting as a high and low-reward trapliner, territory parasite and as a generalist. A total of 95% of visiting records were legit, with pollen grains deposited on the beak, head or throat of these birds. There was no significant correlation between floral characters and beak length of hummingbirds. The plant community showed a great overlap regarding the diet of pollen vectors. Plant species scoring the highest index of diet overlap were mostly visited by *P. ruber*, which is herein regarded as a key species within the plant community. Differences in the place of pollen deposition on birds minimize the mixture of heterospecific pollen grains, allowing the coexistence of plant species that share similar pollen vectors.

Keywords: floral morphology, pollen, ornithophily, pollination, flower visitors.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre interações entre comunidade de plantas e de beija-flores (Aves, Trochilidae) têm fornecido informações importantes sobre os aspectos evolutivos e ecológicos dessa relação (Stiles 1985, Bawa 1990, Dzedzioch *et al.* 2003). Na região neotropical, as plantas polinizadas por beija-flores podem representar até 15% das espécies de angiospermas em uma comunidade florestal (Aizen *et al.* 2002, Rocca & Sazima 2010, Dalsgaard *et al.* 2011) e, nos seus diversos biomas, os beija-flores representam o maior grupo de polinizadores vertebrados, apresentando importante papel na reprodução de grande número de espécies de plantas, contribuindo para a manutenção das comunidades vegetais (Bawa 1990, Mendonça & Anjos 2003, Machado & Rocca 2010).

No Brasil, os estudos das comunidades de beija-flores e do grupo de plantas visitadas por estas aves têm sido realizado principalmente em área da Mata Atlântica nas regiões sul e sudeste (Snow & Snow 1986, Sazima *et al.* 1996, Buzato *et al.* 2000, Varassin & Sazima 2000, Vasconcelos & Lombardi 2000, Abreu & Vieira 2004, Kaehler *et al.* 2005, Machado & Semir 2006). No nordeste do Brasil, os poucos estudos se concentram em áreas de caatinga (Leal *et al.* 2006, Machado 2009, Las casas *et al.* 2012), em campo rupestre (Machado *et al.* 2007, Santana & Machado 2010) e na mata atlântica pernambucana (Siqueira-Filho 2003, Teixeira & Machado 2004), não havendo ainda quaisquer informações sobre a comunidade de beija-flores e seus recursos florais em área de Mata Atlântica no estado da Bahia.

Por depender sobretudo do néctar para suprir suas necessidades energéticas, os beija-flores apresentam alto grau de adaptação morfológica, fisiológica e comportamental para dieta nectarívora (Feinsinger & Cowell 1978).

As espécies de beija-flores da subfamília Phaethornithinae tendem a forragear em linhas-de-captura (“trapliner”) e utilizar recursos (flores) não agregados, enquanto que as espécies de Trochilinae atuam geralmente como territorialistas, explorando machas concentradas de recursos. Contudo, dependendo da disponibilidade de recursos alimentares pode haver a flexibilização das estratégias de forrageio (Feinsinger & Cowell 1978).

Os Phaethornithinae apresentam bico longo, reto ou curvado, podendo visitar e transportar o pólen de uma maior riqueza de espécies em relação aos Trochilinae, os quais possuem bico curto e reto e algumas vezes são impedidos de visitar flores com corola longa e curvada (Machado & Rocca 2010). Dentre os atributos morfológicos dos beija-flores, o tamanho do bico parece ter grande influência na diversidade de grãos de pólen transportados e na eficiência da polinização (Lasprila & Sazima 2004).

Diante da sobreposição temporal ou espacial, espécies de plantas ornitófilas com diferentes atributos e arquiteturas florais poderão atrair diferentes espécies beija-flores. A competição pode ocorrer entre beija-flores por néctar e entre plantas por vetores de pólen (Kodric-Brown *et al.* 1984). A deposição de pólen em partes diferenciadas dos corpos dos visitantes proporciona a diminuição da competição por polinizadores e da interferência interespecífica de pólen, podendo favorecer a coexistência de espécies que partilham polinizadores (Murcia & Feinsinger 1996).

O presente estudo objetivou identificar as plantas visitadas por beija-flores no sub-bosque de uma área de Mata Atlântica da Bahia. Conhecer as estratégias e o comportamento de forrageio dos beija-flores e o padrão sazonal das aves.

Registrar os atributos florais das plantas visitadas, bem como investigar se há partilha de vetores de pólen entre as espécies visitadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado na área da Reserva Ecológica da Michelin (REM) situada no Município de Igrapiuna, Bahia, Brasil (13°48'43" S, 39°12'14" W). Os registros foram realizados no sub-bosque da Mata da Vila 5, um fragmento florestal de 180 ha e altitude variando entre 160 e 288 metros. O relevo da região é caracterizado por morros arredondados com encostas suaves e topos convexos cobertos principalmente por Floresta Ombrófila (Ab'Saber 2003).

O dossel do fragmento de mata estudado pode atingir até 30 m de altura, com árvores centenárias dos gêneros *Sloanea*, *Caryocar* e *Copaifera*. A vegetação do sub-bosque é contínua e pouco densa, abundante em lianas e bromélias epífitas do gênero *Vriesea*. O fragmento de mata é contornado por plantações de cacau, banana e, sobretudo, seringueiras - *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg (Euphorbiaceae).

A região é dominada por um clima do tipo "Af" tropical úmido a subúmido (Köppen 1948). O regime pluviométrico é regular com chuvas abundantes distribuídas durante o ano e médias anuais superiores a 1.750 mm. As temperaturas médias anuais variam entre 22°C e 30°C com umidade média em torno de 80% (Dados climáticos coletados da estação meteorológica dentro da REM).

Coleta de dados

De abril de 2009 a agosto de 2011 foram efetuadas expedições mensais de cinco a 10 dias cada para a REM. Os registros foram realizados em trilhas do sub-bosque no interior do fragmento de mata (4,5 km) e em sua borda subsequente (2,3 km).

Durante as expedições foram realizadas sessões de observações naturalísticas, utilizando o método de indivíduo-focal junto às plantas, ornitófilas ou não, cujas flores eram visitadas por beija-flores (Machado & Rocca 2010); também foram considerados registros não sistemáticos de visitas, durante caminhadas aleatória pelas trilhas da área de estudo.

Locais onde existiam concentrações de diferentes espécies floridas foram preferidos para as sessões, com objetivo de se amostrar um número maior de espécies por dia (Machado & Rocca 2010). As observações foram feitas com a vista desarmada ou com auxílio de binóculos da aurora ao pôr-do-sol ou até o fechamento ou a senescência das flores.

As espécies de plantas visitadas pelos troquilídeos foram coletadas, herborizadas e identificadas por especialistas, sendo posteriormente depositadas no Herbário de Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). A nomenclatura botânica seguiu The International Plant Names (2011).

Foram consideradas plantas ornitófilas aquelas cujas flores têm antese diurna, são inodoras, com coloração conspícua das pétalas, sépalas ou de suas estruturas anexas, com produção de néctar de baixa concentração de açúcares (de 25 a 35 %) e com nectários afastados das partes férteis que estão normalmente expostas (Faegri & van der Pijl 1980).

De cada espécie de planta, foram registradas as cores das flores e das suas estruturas anexas. A partir de observações em campo, as espécies visitadas foram classificadas quanto à dispersão dos indivíduos, se agregadas ou isoladas (Machado & Rocca 2010).

Algumas flores foram ensacadas em sacos plásticos por dois minutos e após aberto foi identificado ou não a presença de odores perceptíveis ao olfato humano. Botões em pré-antese foram marcados para registrar a hora da antese floral e as flores foram acompanhadas diariamente, objetivando registrar o período de antese floral. A senescência floral foi considerada quando do fechamento ou queda das flores. O número de flores abertas por indivíduo também foi registrado.

Foram registradas informações sobre tipo (cf. Faegri & van der Pijl 1980) e dimensões das flores. O comprimento da corola foi medido da base do nectário até a abertura da corola com utilização de paquímetro, sendo classificado como curto (< 20 mm), médio (20-40 mm) ou longo (> 40 mm) (sensu Wolf *et al.* 1976); as medidas de abertura da corola também foram tomadas com auxílio de paquímetro. Foram consideradas tubulosas as flores com corola em formato de tubo ou pseudotubo.

Para medir o volume de néctar e a concentração de açúcares no néctar, foram usadas, de cada espécie, flores de dois a cinco indivíduos diferentes (Lopes 2002), procurando-se sempre amostrar pelo menos 20 flores de cada espécie, havendo, no entanto, variação deste total, pois nem sempre havia número de flores suficientes. Os botões em pré-antese, de todas as espécies, foram ensacados com sacos de *voil* e as medidas foram realizadas em torno de quatro horas após a antese (Lopes 2002). As medidas de volume foram

determinadas utilizando-se microsseringas graduadas e as de concentração de açúcares no néctar foram feitas com o auxílio de refratômetro de bolso.

Com exceção das espécies *Adenocalymma comosum* (Cham.) C. e *Nematanthus corticola* Schrad, das quais não foram encontrados botões em pré-antese, as medidas de volume e concentração de néctar foram mensuradas em flores de indivíduos encontrados ao acaso nas trilhas. Flores com furos na base da corola foram desconsideradas para as medidas. Em algumas flores, com quantidade de néctar insuficiente, não foi possível medir o volume de néctar e a concentração de açúcares.

Dos beija-flores visitantes florais foram registrados horário, frequência, estratégia de forrageio (*sensu* Feisinger & Colwell 1978) e tipo de visita: legítima, quando há introdução do bico do beija-flor no tubo da corola, tocando as partes férteis da flor, ou ilegítimas (pilhagem), quando a ave obtinha néctar da flor sem tocar as suas partes férteis (Machado & Rocca 2010). Considerou-se “visita” toda vez que um beija-flor inseriu o bico na corola de uma flor de forma legítima ou ilegítima. O local de deposição de pólen no corpo da ave foi determinado a partir de visualização direta durante as observações de visitas.

As medidas de comprimento do bico dos beija-flores visitantes foram mensuradas em indivíduos capturados em campo, de espécimes depositados no acervo da Divisão de Aves do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZFS) ou de registros em bibliografia especializada (Grantsau 1989). A captura dos beija-flores foi feita usando armadilhas do tipo “Ruschi trap” (Ruschi 2009) e redes de neblina (2m X 9m, 15 mm de malha, 0,5m acima do solo) de abril de 2010 a agosto de 2011. O tamanho do bico das aves foi

mensurado utilizando o paquímetro e classificados como curto (< 20 mm), médio (20 - 25 mm) e longo (> 25 mm).

Também foram registradas as interações agonísticas inter e intraespecíficas entre os beija-flores, sendo considerados agonismos as manifestações agressivas, como perseguições ou bicadas, não sendo computadas manifestações sonoras (Machado & Rocca 2010).

Quanto aos padrões sazonais dos troquilídeos, foram consideradas espécies residentes quando registradas na área em todos os meses, podendo haver alguma lacuna mensal pontual, e não residentes, quando não foram registradas na área em três ou mais meses de coleta consecutivos (Machado & Rocca 2010).

Os beija-flores visitantes foram identificados com o auxílio de guias de campo (Grantsau 1989, Sigrist 2009). A nomenclatura taxonômica seguiu as recomendações do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2011).

Análise dos dados

Com objetivo de avaliar se houve correlação entre as características florais das espécies vegetais visitadas e a morfologia dos beija-flores visitantes, foi utilizada a correlação de Pearson, através do Programa Statistica 7 (Statsoft 2004), para correlacionar o comprimento da corola, o volume de néctar produzido e o comprimento do bico dos beija-flores visitantes; para tanto, foram usados apenas os dados das características florais das espécies que foram visitadas de forma legítima.

Para conhecer o grau de sobreposição entre as diferentes espécies de plantas quanto ao uso dos beija-flores como vetor de pólen, foram calculados os índices de sobreposição par-a-par de Schoener (Schoener 1968); a sobreposição

do uso do vetor de pólen foi avaliada através das taxas de visita dos beija-flores e estimada usando os índices de Pianka (Pianka 1973) e Czechanowski (Feinsinger *et al.* 1981); suas significâncias foram confirmadas através do programa Time Overlap (disponível em: <http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/people/willig/Research/activity%20pattern.html>). Para essa análise, também foram usados os dados apenas de plantas que foram visitadas de forma legítima. Como forma de evitar interferência nos resultados da sobreposição, foram consideradas na análise apenas plantas que receberam no mínimo um total de cinco visitas dos beija-flores.

O valor do Índice de Schoener vai de zero (plantas que não compartilham vetores de pólen) a um (ambas as espécies de plantas compartilham os mesmos vetores de pólen). Foi considerada baixa sobreposição índices $\leq 0,35$; média sobreposição índices entre 0,36 - 0,60; alta sobreposição índices $\geq 0,61$. A inclusão das categorias baixa, média e alta teve como objetivo avaliar de forma mais clara a competição por vetores de pólen na comunidade vegetal.

RESULTADOS

Foram registradas dezoito espécies de plantas, de dez famílias botânicas, sendo visitadas por beija-flores durante 2.133 horas de observações de campo. A maioria das espécies estudadas é ornitófila (83%), sobretudo as bromeliáceas e acantáceas; dentre as espécies não ornitófilas, as melitófilas somaram 11% (*Adenocalymma comosum* e *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.) e a esfingófila, 6% (*Pseuderanthemum* sp) (Tabela 1).

Muitas espécies visitadas tinham corolas de coloração vermelha, laranja ou rosa; as espécies que possuíam flores brancas ou amarelas apresentaram

brácteas ou hastes com coloração conspícua que contrastava na vegetação, como *L. brachycaulis*, *Aechmea viridostigma* Leme & H.Luther e *Calathea crocata* E.Morren & Joriss. (Figura 1). Quanto à dispersão dos indivíduos na área de estudo, 56% das espécies visitadas apresentaram indivíduos isolados e as demais espécies indivíduos agregados.

Das flores visitadas, em nenhuma foi identificado odor perceptível ao olfato humano. As flores abriram principalmente a poucas horas antes ou logo após o nascer do sol, mas houve espécies que apresentaram antese entre 11:00 e 14:00 hs como *Aechmea miniata* Beer ex Baker e *P. phaseoloides* e outras em que as flores abriram em qualquer hora do dia, sem qualquer regularidade. As flores duraram de um a três dias abertas com exceção de *A. miniata*, cujas flores duraram no máximo 12 horas abertas. Nas espécies de plantas estudadas, foram registradas de uma a cinco flores abertas por indivíduo (Tabela 1).

Todas as flores visitadas apresentaram corola tubulosa, à exceção de *Gurania acuminata* (Schltdl.) Cogn., com flores campanuladas, e *P. phaseoloides*, com flores do tipo estandarte. O comprimento médio e a abertura da corola variaram bastante entre as espécies: 27% de flores foram classificadas como de corola curta, 40% como média e 33% como longa. Dentre as ornitófilas, o comprimento da corola variou de $11,58 \pm 0,93$ mm (*G. acuminata*) a $63,27 \pm 1,95$ mm (*Nematanthus corticola*): a maior abertura floral também foi registrada em *N. corticola* ($16,4 \pm 1,78$ mm) e a menor na esfingófila *Pseuderanthemum* sp ($1,6 \pm 0,27$ mm) (Tabela 2).

O volume do néctar também variou entre as espécies visitadas, sendo que o menor volume médio registrado foi em *N. corticola* ($8,5 \pm 3,3$ µl) e o maior em *Costus spiralis* (L.) Druce ($78,3 \pm 58,1$ µl); quanto à concentração do néctar, os

valores registrados foram, em geral, baixos, variando de $6,25 \pm 0,98$ % (*G. acuminata*) e $30,8 \pm 1,8$ % (*P. phaseoloides*) (Tabela 2).

A comunidade vegetal estudada teve suas flores exploradas por treze espécies de beija-flores, cinco da subfamília Phaethornithinae - *Glaucis dohrnii* (Bourcier & Mulsant, 1852), *G. hirsutus* (Gmelin, 1788), *Phaethornis ruber* (Linnaeus, 1758), *P. pretrei* (Lesson & Delattre, 1839) e *P. margarettae* (Ruschi, 1972) - e oito espécies da subfamília Trochilinae - *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), *Aphantochroa cirrochloris* (Vieillot, 1818), *Chrysolampis mosquitus* (Linnaeus, 1758), *Chlorostilbon notatus* (Reich, 1793), *Thalurania glaucopis* (Gmelin, 1788), *Hylocharis cyanus* (Vieillot, 1818), *Amazilia leucogaster* (Gmelin, 1788) e *Heliothryx auritus* (Gmelin, 1788) (Tabela 3, Figura 2).

Phaethornis ruber foi o visitante floral mais frequente na comunidade estudada, sendo que não visitou flores de apenas duas espécies de plantas (*Centropogon cornutus* (L.) Druce e *Pseuderanthemum* sp). Quanto à estratégia de forrageio, esta espécie de beija-flor foi considerada “trapliner” de alta e baixa recompensa, parasita de território e generalista quanto ao recurso, utilizando flores de diferentes espécies de plantas, enquanto que todos os demais fetornitíneos foram categorizados como “trapliners” de alta recompensa (Tabela 3).

Dentre os troquilíneos, todas as espécies, à exceção de *Aphantochroa cirrochloris* e *Amazilia leucogaster* (ambos territorialistas), atuaram como parasitas de território, sendo que *T. glaucopis* e *C. notatus* também atuaram como territorialistas e como “trapliners” de baixa recompensa (Tabela 3).

Das espécies de beija-flores registradas, 31% tem bico curto, 38% bico médio e o restante, bico longo (Tabela 3). Os locais de deposição de pólen nas

aves visitantes foram o bico, a cabeça e a garganta (Tabela 1), sendo os dois primeiros os principais locais de deposição - respectivamente 53% e 41% dos registros das visitas legítimas.

Foram registradas 44 interações agonísticas, envolvendo oito espécies de beija-flores; destas interações, *A. cirrochloris* foi considerada a espécie dominante, tendo agredido quatro outras espécies, além de ter se envolvido com o maior número de interações agonísticas intraespecíficas (14 eventos) (Tabela 4).

As espécies *Phaethornis pretrei*, *P. ruber*, *A. cirrochloris* e *T. glaucopsis* foram consideradas residentes na área. Apesar da ausência do beija-flor *Glaucis hirsutus* durante três meses consecutivos de coleta de dados, esta espécie foi considerada residente, tendo sido registrados em todos ou quase todos os meses de estudos. As demais espécies de beija-flores foram classificadas como não residentes (Tabela 5).

De todas as visitas registradas (2.846 visitas), apenas 5% foram ilegítimas, tendo sido efetuadas por *Aphantochroa cirrochloris*, *Thalurania glaucopsis* e, sobretudo, *Phaethornis ruber*. Em relação às espécies de plantas, *A. comosum* e *P. phaseoloides* receberam apenas visitas ilegítimas. *Geissomeria macrophylla* Nees foi visitada exclusivamente por *P. ruber* que efetuou principalmente visitas legítimas e eventuais ilegítimas. *Ruellia affinis* (Schrad.) Lindau recebeu apenas uma visita legítima de *P. pretrei*, sendo pilhada por *P. ruber*.

Vriesea procera e *Heliconia richardiana* Miq. foram as espécies visitadas por uma maior riqueza de troquilídeos (respectivamente sete e nove espécies de beija-flores) (Tabela 1); por outro lado, *V. carinata* Wawra, *Hohenbergia* aff. *capitata* (Schult. & Schult.f.) Baker, *G. macrophylla* e *Lymania brachycaulis*

(E.Morren ex Baker) L.F.Sousa foram visitadas apenas por uma única espécie (*P. ruber*) e as demais espécies receberam visitas de duas a quatro diferentes espécies de beija-flores (Tabela 1). *Vriesea procera* (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Wittm. foi a única espécie que teve seu pólen depositado tanto na cabeça quanto na garganta dos beija-flores que a visitaram (Tabela 1).

Entre as plantas visitadas, não houve correlação significativa entre o comprimento da corola de suas flores e o volume de néctar produzido ($r = 0,11$; $p > 0,05$), entre o volume de néctar e o comprimento do bico dos beija-flores que as visitaram ($r = -0,19$; $p > 0,05$) e entre o comprimento do bico dos beija-flores e o comprimento da corola ($r = -0,14$; $p > 0,05$).

O índice de sobreposição no uso do vetor de pólen foi máximo entre as espécies que tiveram *P. ruber* como único visitante floral; as espécies visitadas exclusivamente por este beija-flor apresentaram alto índice de sobreposição com as bromeliáceas *A. viridostigma* e *A. miniata* e média sobreposição com *C. crocata*; esta última espécie também apresentou média sobreposição com *G. acuminata* e *N. corticola* e baixa com as demais espécies (Tabela 6).

Vriesea ensiformis (Vell.) Beer apresentou de baixa a média sobreposição no uso de vetores de pólen com o restante da comunidade vegetal, tendo o valor máximo de sobreposição registrado com *N. corticola*. As espécies *V. procera* e *H. richardiana* apresentaram baixo índice de sobreposição entre elas e com as demais espécies vegetais. Além de *V. procera*, o maior valor de sobreposição de *H. richardiana* foi registrado com a espécie *Costus spiralis*, que, por sua vez, apresentou alta sobreposição de vetor de pólen com *Centropogon cornutus* (Tabela 6).

DISCUSSÃO

Dentre os estudos que abordam espécies ornitófilas e não ornitófilas sendo utilizadas por beija-flores, a porcentagem de espécies ornitófilas exploradas na REM (83%) foi superior ao encontrado em outras duas áreas de Mata Atlântica costeira do sudeste brasileiro (Araujo 1996, Rocca & Sazima 2007), os quais reportaram 50 e 67% de espécies ornitófilas sendo utilizadas por beija-flores. Além do sub-bosque, estes estudos incluíram em suas investigações diferentes ambientes do domínio da Mata Atlântica do estado de São Paulo (restinga) (Araujo 1996), incluindo também o dossel nas amostragens (Rocca & Sazima 2007). Tanto no dossel da floresta quanto em ambientes abertos de mata atlântica ou de outros biomas neotropicais, há uma queda na proporção de espécies ornitófilas sendo visitadas por beija-flores, como também ocorre em algumas áreas de cerrado (45%) (Araújo 2010) e Rodrigues & Rodrigues (2014) (21,4%), de caatinga (41%) (Machado 2009) e de campos rupestres (38%) (Machado *et al.* 2007) e (43,1%) (Rodrigues 2011).

Na REM, apenas uma espécie não ornitófila (*Pueraria phaseoloides*) foi visitada na área aberta da borda do fragmento, apesar de ocorrer outras espécies não ornitófilas potencialmente capazes de receber visitas de beija-flores. Assim, os resultados encontrados corroboram a ideia de que no sub-bosque de florestas neotropicais a exploração de néctar por beija-flores se concentra principalmente em espécies ornitófilas (Rocca & Sazima 2007).

A riqueza de beija-flores encontrada na REM (13 espécies) foi superior às registradas em outras comunidades ornitófilas da Mata Atlântica, nas quais o número de espécies de beija-flores variou de seis a oito espécies (Sazima *et al.* 1996, Abreu & Vieira 2004, Machado & Semir 2006), porém foi semelhante às

reportadas em algumas outras áreas também de Mata Atlântica, onde a riqueza da troquilofauna variou de 12 a 15 espécies (Araujo 1996, Buzato *et al.* 2000, Siqueira-Filho 2003).

Dentre a troquilofauna da REM, *Glaucis dohrnii*, *Phaethornis margarettae*, e *Chrysolampis mosquitus* ainda não haviam sido registradas em estudos semelhantes em área de Mata Atlântica. As duas primeiras espécies são categorizadas como espécie criticamente ameaçada de extinção (Ministério do Meio Ambiente 2008), sendo este o primeiro estudo sobre suas relações ecológicas.

A estratégia de forrageio “trapliner” (Feinsinger & Cowell 1978), utilizada por todos os fetornitíneos, foi reconhecida devido aos longos intervalos de tempo entre as visitas às flores monitoradas, por não defenderem territórios de alimentação e pela exploração frequente de espécies com características ornitófilas mais especializadas, com corola vermelha de tubo longo e curvado, e pelo uso de indivíduos floridos isolados, não agregados, como *Geissomeria macrophylla*, *Vriesea ensiformis* e *Nematanthus corticola*, visitadas exclusivamente por fetornitíneos.

Diferentes de outro fetornitíneos, as estratégias de forrageamento de *P. ruber* foram dos tipos “trapliner” de baixa e alta recompensa, visitando flores ornitófilas e não ornitófilas, ou atuando como parasitas de território em manchas defendidas por troquilíneos. Deste modo, *P. ruber* pode ser considerado como organizador da comunidade, categoria geralmente atribuída aos fetornitíneos (Sazima *et al.* 1995, Buzato *et al.* 2000, Machado *et al.* 2007, Machado 2009).

As estratégias de forrageamento dos troquilíneos aqui estudados foram classificadas principalmente como do tipo parasitismo de território, ocorrendo

também ser do tipo “traplining” de baixa recompensa e territorialista. As características da distribuição de recurso na REM (poucas flores em indivíduos afastados) pode ter influenciado na baixa ocorrência de territorialismo entre os beija-flores e intensificado a ocorrência do traplining de baixa recompensa e do parasitismo de território dentre as espécies de troquilíneos.

Os eventos de interações agonísticas registradas foram poucos em comparação ao reportado em outras localidades (Machado *et al.* 2007, Machado 2009) e dominadas pelas espécies *Aphantochroa cirrochloris* e *Amazilia leucogaster*. Os agonismos foram mais frequentes no pico de floração da bromélia *Vriesea procera* (ver Capítulo 2), a qual forneceu recurso abundante para que fossem estabelecidos e defendidos territórios contendo flores o suficiente para seu sustento (Machado *et al.* 2007, Machado & Rocca 2010).

Na REM, a porcentagem de espécies de beija-flores residentes (38%) foi superior a de outras localidades de Mata Atlântica, que é de cerca de 24% (Araujo 1996, Rocca-de-Andrade 2006), porém ainda baixo em relação à riqueza da troquilofauna local (17 espécies - Relatório das Plantações Michelin da Bahia Ltda - Dados não publicados). Um número baixo de espécies residentes deve refletir na organização da comunidade de beija-flores, evitando, deste modo, a competição por recurso. Na área de estudo, as diferentes estratégias de forrageamento usadas pelas espécies residentes devem diminuir a sobreposição na exploração de néctar e a competição por vetores de pólen na comunidade vegetal (Rocca-de-Andrade 2006).

O comprimento curto e médio das corolas das espécies visitadas e a disposição das anteras dentro do tubo da corola (Sazima *et al.* 1996) fez do bico o principal local de deposição de pólen nos beija-flores. Apesar de ser considerada

a parte do corpo da ave mais suscetível a perdas de grãos devido ao hábito de limpeza dos beija-flores (Buzato *et al.* 2000, Machado & Semir 2006), o transporte de pólen no bico pode, ainda, ser eficiente. A separação temporal na floração das espécies deve minimizar a mistura de pólen heteroespecífico no bico das aves em consequentemente, também a competição por vetores de pólen na comunidade (ver Capítulo 2).

A cabeça e a garganta são os locais considerados de maior eficiência no transporte de pólen por serem de difícil acesso para limpeza (Lasprilla & Sazima 2004); além do bico, estes foram os locais de deposição de pólen nos beija-flores. Espécies com morfologia floral que proporcionam a deposição de pólen na cabeça e garganta dos beija-flores, como as espécies *G. macrophylla*, *V. ensiformis* e *C. cornutus*, podem ser consideradas mais especializadas na polinização por beija-flores por aumentar a possibilidade de sucesso na polinização (Sazima *et al.* 1996).

Espécies ornitófilas com longos tubos florais e alta produção de néctar têm sido tradicionalmente associadas como uma adaptação floral para polinização por beija-flores da subfamília Phaethornitinae (Kodric-Brown *et al.* 1984, Arizmendi & Ornelas 1990); à exceção de *P. ruber*, que possui bico médio, todos os fetornitíneos de bico longo visitaram principalmente flores de corolas média e longa.

Apesar destes resultados serem esperados em beija-flores de bico longo, não foi encontrada uma correlação positiva significativa entre comprimento do bico dos beija-flores visitantes florais e comprimento da corola das espécies visitadas. Isso ocorreu devido ao comprimento da corola de algumas espécies não ter sido longo o suficiente para impedir o acesso de forma legítima por beija-

flores de bico curto e mediano, como em *V. ensiformis* e *C. cornutus* visitadas por *P. ruber* e *A. cirrochloris* respectivamente.

A variação do volume de néctar produzido entre as espécies visitadas pode interferir na escolha da espécie pelos beija-flores, os quais definem rotas de forrageio que sejam mais eficientes energeticamente (Rodríguez-Flores & Stiles 2005). Mesmo assim, as espécies visitadas por beija-flores na REM apresentaram volume de néctar dentro do padrão conhecido nas espécies ornitófilas (Johnson & Nicolson 2008).

Houve variação também na concentração de açúcar do néctar das espécies estudadas, porém menor em relação ao volume. A baixa amplitude na concentração de açúcar no néctar entre as espécies estudadas assegura a qualidade do néctar na comunidade vegetal (Rocca-de-Andrade 2006) e isto proporciona a manutenção das visitas dos beija-flores, que buscam o recurso apropriado para suprir suas demandas energéticas e com a viscosidade ideal para fluidez pelo bico e língua das aves (Rico-Guevara & Rubega 2011, 2012).

Assim como no presente estudo, a correlação significativa entre comprimento da corola, volume de néctar e comprimento do bico dos beija-flores não tem sido evidenciada em comunidades vegetais polinizadas por beija-flores (Machado & Semir 2006, Machado & Rocca 2010, Rodrigues & Araujo 2011). Dessa forma, estes atributos florais, além do comprimento do bico, não definem a escolha do recurso pelos beija-flores, os quais podem se movimentar na comunidade vegetal explorando recursos florais mais vantajosos energeticamente (Arizmendi & Ornelas 1990).

Todas as espécies de plantas analisadas compartilharam vetores de pólen entre si, mesmo que na maioria dos casos em baixa intensidade. A ampla

sobreposição de vetores de pólen entre as espécies estudadas foi proporcionada principalmente pela ausência de fatores que limitassem a visita em determinadas espécies vegetais (comprimento da corola) e estimulassem a visita em outras (alta produção de néctar).

O comportamento de forrageio de *P. ruber* também foi muito importante para os resultados encontrados na análise de sobreposição no uso de vetores de pólen. A ocorrência desta espécie em todo o período de estudo, visitando espécies ornitófilas e não ornitófilas e com diferentes estratégias de forrageio, propiciou a esta espécie de beija-flor efetuar visitas legítimas em 78% das plantas estudadas, sendo às vezes o único vetor de pólen compartilhado entre pares de espécies de plantas. Além de espécie chave na comunidade de beija-flores, *P. ruber* atuou como conector de interações entre espécies vegetais, proporcionando uma maior sobreposição no uso de vetores de pólen na comunidade vegetal estudada.

As espécies que apresentaram máximo ou alto índice de sobreposição de vetores de pólen pertencem à família Bromeliaceae (72%), Acanthaceae (14%) e Marantaceae (14%). As flores dessas espécies apresentam corola curta ou mediana e ocorreram no sub-bosque do interior da mata. A pouca abundância de troquilíneos nesse estrato vegetacional (Rocca & Sazima 2007) e os fetornitíneos de bico longo, da área de estudo, preferirem flores de corola longa pode ter proporcionado recurso abundante para exploração de *P. ruber*.

Espécies que apresentaram valor máximo de sobreposição, como *G. macrophylla* e *Lymania brachycaulis*, apresentaram morfologia floral que possibilita a separação espacial da deposição de pólen no corpo do polinizador compartilhado, evitando os danos causados pela mistura de pólen entre espécies

diferentes. A deposição de pólen heteroespecífico pode bloquear a superfície estigmática, obstruir o estigma com tubos polínicos estranhos, inutilizar óvulos ou mesmo resultar em uma hibridização (Brown & Mitchell 2001, Muchhala & Thomson 2012).

Os resultados encontrados no presente estudo fornecem dados para concluir que o investimento de cada espécie vegetal em atrativos e recompensa aos polinizadores, associado à emissão de poucas flores em indivíduos afastados provêm vantagens no fluxo de pólen necessário para o sucesso reprodutivo e manutenção de comunidades vegetais ornitófilas. Além disso, divergências nas estruturas florais e na organização temporal da oferta de recurso na comunidade permite a coexistência de espécies que se beneficiam da partilha de polinizadores, ancoradas pela redução da interferência de pólen heteroespecífico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, C. R. M. & Vieira, M. F. 2004. Os beija-flores e seus recursos florais em um fragmento florestal de Viçosa, Sudeste brasileiro. *Lundiana* 5: 129-134.
- Ab'Saber, A. N. 2003. Os domínios de natureza no Brasil. Potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial. 159 p.
- Aizen, M. A.; Vazquez, D. P.; Smith-Ramirez, C. 2002. Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 79-97.
- Araújo, F. P. 2010. A comunidade de plantas utilizadas e suas interações com beija-flores em uma área de Cerrado, Uberlândia - Minas Gerais. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Ecologia. Universidade Estadual de Campinas.

- Araujo, A. C. 1996. Beija-flores e seus recursos florais numa área de planície costeira do litoral norte de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Estadual de Campinas.
- Arizmendi, M. C. & Ornelas, J. F. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in México. *Biotropica* 22: 172-180.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in a tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.
- Brown, B. J. & Mitchell, R. J. 2001. Competition for pollination: effects of pollen of an invasive plant on seed set of a native congener. *Oecologia* 129:43-49.
- Buzato, S., M. Sazima & I. Sazima. 2000. Hummingbird-pollinated floras at tree Atlantic Forest sites. *Biotropica*. 32 (4b): 824- 841.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – Lista Primária de Aves do Brasil. <http://www.cbro.org.br/CBRO/listabr.htm>
- Dalsgaard, B.; Magård E.; Fjeldså, J.; Martín González, A. M.; Rahbek, C.; Olesen, J. M.; Ollerton, J.; Alarcón, R.; Araujo, A. C.; Cotton, P. A.; Lara, C.; Machado, C. G.; Sazima, I.; Sazima, M.; Timmermann, A.; Watts, S.; Sandel, B.; Sutherland, W. J. & Svenning, J. C. 2011. Specialization in plant hummingbird networks is associated with species richness, contemporary precipitation and Quaternary climate-change velocity. *Plos One* 6(10) E25891.
- Dziedziuch, C.; Stevens, A. D. & Gottsberger, G. 2003. The hummingbird plant community of a tropical montane rain forest in southern Ecuador. *Plant Biology* 5: 331-337.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1980. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, London.

- Feinsinger, P. & Colwell, R. K. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoologist*. 18: 779-795.
- Feinsinger, P.; Spears, E. E. & Poole, R. W. 1981. A simple measure of niche breadth. *Ecology* 62: 27-32.
- Grantsau, R. 1989. Os beija-flores do Brasil. Expressão e Cultura, Rio de Janeiro.
- Johnson, S. D. & Nicolson, S. W. 2008. Evolutionary associations between nectar properties and specificity in bird pollination systems. *Biology Letters* 4: 49-52.
- Kaehler, M.; Varassin, I. G. & Goldenberg, R. 2005. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto Montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 28: 219-228.
- Kodric-Brown, A.; Brown, J. B. G. S. & Gori, D. F. 1984. Organization of a tropical island community of hummingbirds and flowers. *Ecology* 65:1358-1368.
- Köppen, W. 1948. *Climatología con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Economica, Mexico, Buenos Aires.
- Las-Casas, F. M. G.; Azevedo Júnior, S. M. & Dias Filho, M. M. 2012. The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. *Brazilian Journal of Biology*. 72 (1) 51-58.
- Lasprilla, L. R. & Sazima, M. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15(Suppl.): 183-190.
- Leal, F.C.; Lopes, A. V. & Machado, I. C. 2006. Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 29: 379-389.

- Lopes, A. V. de F. 2002. Polinização por beija-flores em remanescente da Mata Atlântica pernambucana, nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Biologia vegetal. Universidade Estadual de Campinas.
- Machado, C. G.; Coelho, A. G.; Santana, C. S. & Rodrigues M. 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 15 (2): 215-227.
- Machado, C. G. & Rocca, M. 2010. Protocolos para o estudo de polinização por aves. In: Von Matter, S., Straube, F., Candido Jr, J.F., Piacentini, V. e Accordi, I. (Org.). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Editora Technical Books, v. 1, p. 473-489, 1 ed., Rio de Janeiro.
- Machado, C. G. & Semir, J. 2006. Fenologia de floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica*. 29 (1) 163-174.
- Machado, C. G. 2009. Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 26 (2): 255-265.
- Machado, C. G.; Coelho, A. G.; Santana, C. S. & Rodrigues, M. 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15(2): 215-227.
- Mendonça, B. M. & Anjos, L. 2003. Bird-flower interactions in Brazil: a review. *Ararajuba* 11(2): 195-205.
- Ministério Do Meio Ambiente. 2008. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Machado, A.B.M.; Drummond, G.M. & Paglia, A.P. (eds). Brasília. Ministério do Meio Ambiente, Distrito Federal vol. 2, 906 p.

- Muchhala, N. & Thomson, J. D. 2012. Interspecific competition in pollination systems: costs to male fitness via pollen misplacement. *Functional Ecology* 26(2): 476-482.
- Murcia, C. & Feinsinger, P. 1996. Interspecific pollen loss by hummingbirds visiting flower mixtures: effects of floral architecture. *Ecology* 77:550-560.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 53-74.
- Rico-Guevara, A. & Rubega, M. A. 2011. The hummingbird tongue is a fluid trap, not a capillary tube. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108:9356–9360.
- _____2012. Hummingbird feeding mechanics: Comments on the capillarity model. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 109: E867.
- Rocca-de-Andrade, M. A. 2006. Recurso floral para aves em uma comunidade de Mata Atlântica de encosta: sazonalidade e estratificação vertical. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Campinas.
- Rocca, M. A. & Sazima, M. 2007. Ornitofilia em Mata Atlântica de encosta: sub-bosque versus dossel. *Revista Brasileira de Biociências* 5(1): 849-851.
- Rocca, M. A. & Sazima, M. 2010. Beyond hummingbird-flowers: The other side of ornithophily in the neotropics. *Oecologia Australis* 14(1): 67-99.
- Rodrigues, L. C. 2011. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre: composição de espécies, sazonalidade e rede de interações. Tese de doutorado. Pós-graduação em Ecologia. Universidade Federal de Minas Gerais.

- Rodrigues, L. C. & Araujo, A. C. 2011. The hummingbird community and their floral resources in an urban forest remnant in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 71 (3): 611-622.
- Rodrigues, L. C. & Rodrigues M. 2014. Flowers visited by hummingbirds in the open habitats of the southeastern Brazilian mountains: species composition and seasonality. *Brazilian Journal of Biology*.
- Rodríguez-Flores, C. I. & Stiles, F. G. 2005. Análisis ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus flores en la amazonia colombiana. *Ornitología Colombiana* 3: 7-27.
- Ruschi, P. A. 2009. A new hummingbird trap. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)* 25: 67-75.
- Santana, C. S. & Machado, C. G. 2010. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 33(3): 469-477.
- Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1996. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. *Botanica Acta* 109: 149-160.
- Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1995. The saw-billed hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern Brazil. *Journal für Ornithologie* 136: 195-206.
- Schoener, T. W. 1968. The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* 49: 704-726.
- Siqueira-Filho, J. A. 2003. História natural, ecologia e conservação de Bromeliaceae na floresta Atlântica Nordestina. Tese de Doutorado. Pós

- Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Sigrist, T. 2009. Guia de Campo Avis Brasilis - Avifauna Brasileira: Descrição das Espécies – The Avis Brasilis Field Guide to the Birds of Brazil: Species Accounts. Avis Brasilis. São Paulo.
- Snow D. W. & Snow. B. K. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra do Mar, southeastern Brazil. *El Hornero*. 12: 286-296.
- StatSoft, Inc. 2004. Statistica. (data analysis software system), version 7.
- Stiles F. G. 1985. Seasonal pattern and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican sub-tropical forest. In: *Neotropical Ornithology*. Buckley, P. A.; Morton, M.S.; Ridgley, R. S. & Buckley, F. G. (eds). Washington, DC. pp 757-787.
- Teixeira, L. A. G. & Machado, I. C. 2004. *Sabicea cinerea* Aubl. (Rubiaceae): distília e polinização em um fragmento de floresta Atlântica em Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27 (1): 193-204.
- The International Plant Names. 2011. Disponível em <http://www.ipni.org>
- Varassin, I. G. & Sazima, M. 2000. Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em mata atlântica no sudeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (Nova Série)*. 11/12: 57-70.
- Vasconcelos, M. F. & Lombardi, J. A. 2000. Espécies vegetais visitadas por beija-flores durante o meio do verão no Parque Estadual de Pedra Azul, Espírito Santo. *Melopsittacus* 3: 36-41.
- Wolf, L. L.; Stiles, F. G. & Hainsworth, F. R. 1976. Ecological organization of a tropical, highland hummingbird community. *Journal of Animal Ecology*. 32: 349-379.

Tabela 1: Espécies de plantas visitadas por beija-flores, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Tipo de flor (TF): Tubulosa (Tb), Estandarte (Es), Campânula (Ca); Cor da Flor (CF) e Cor dos Anexos Florais (CA): Laranja (La), Branca (Br), Vermelha (Ve), Rosa (Ro), Lilás (Li); Hora da antese em horas (HA): Antese em qualquer hora do dia (In), número de flores observadas (n); Duração da flor em dias (DF); Número de Flores abertas por indivíduo (FI); Síndrome (SI): Ornitófila (Or), Esfingófila (Es), Melitófila (Me); Dispersão dos indivíduos (DI): Agregada (Ag), Não agregada (Na); Beija-flores: *Glaucis dohrnii* (Gld), *Glaucis hirsutus* (Glh), *Phaethornis ruber* (Phr), *Phaethornis pretrei* (Php), *Phaethornis margarettae* (Phm), *Eupetomena macroura* (Eum), *Aphantochroa cirrochloris* (Apc), *Chrysolampis mosquitus* (Chm), *Chlorostilbon notatus* (Chn), *Thalurania glaucopis* (Thg), *Hylocharis cyanus* (Hyc), *Amazilia leucogaster* (Aml), *Heliothyx auritus* (Hea).

Família / Espécie	TF	CF	CA	HA	DF	FI	SI	DI	Beija-flores visitantes	Deposição do pólen
Acanthaceae										
<i>Geissomeria macrophylla</i> Nees	Tb	La	-	In (n=11)	2	1-11	Or	Na	Phr	Cabeça
<i>Pseuderanthemum</i> sp	Tb	Br	-	6-10 (n=3)	-	2-3	Es	Ag	Phm	Bico
<i>Ruellia affinis</i> (Schrad.) Lindau	Tb	Ve	-	In (n=21)	2	1-2	Or	Na	Phr, Php	Cabeça
Bignoniaceae										
<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) C.	Tb	Am	-	-	-	1-5	Me	Na	Phr, Glh, Thg	-
Bromeliaceae										
<i>Aechmea miniata</i> Beer ex Baker	Tb	Li	Ve	12-14 (n=16)	0,5	1-4	Or	Ag	Phr, Thg	Bico
<i>Aechmea viridostigma</i> Leme & H.Luther	Tb	Br	Am	6-9 (n=15)	1	2-3	Or	Ag	Phr, Thg	Bico
<i>Hohenbergia</i> aff. <i>capitata</i> (Schult. & Schult.f.) Baker Schult. & Schult.f.	Tb	Li	Ve	-	-	3-5	Or	Ag	Phr	Bico
<i>Lymania brachycaulis</i> (E.Morren ex Baker) L.F.Sousa	Tb	Br	Ve	-	1	1-2	Or	Ag	Phr	Bico
<i>Vriesea ensiformis</i> (Vell.) Beer	Tb	Am	Ve	2-6 (n=6)	1	1-2	Or	Na	Phr, Php	Cabeça
<i>Vriesea carinata</i> Wawra	Tb	Am	Ve	1-7 (n=2)	-	1	Or	Na	Phr	Cabeça
<i>Vriesea procera</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Wittm.	Tb	Am	Ve	00-5 (n=22)	1	1-3	Or	Na	Glh, Phr, Php, Eum, Apc, Chm, Thg, Aml, Hea	Cabeça e Garganta
Campanulaceae										
<i>Centropogon cornutus</i> (L.) Druce	Tb	Ro	-	In (n=8)	3	1-5	Or	Na	Gld, Glh, Php, Apc	Cabeça
Costaceae										
<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	Tb	Ve	Ve	23-4 (n=13)	1	1-2	Or	Na	Glh, Phr, Php	Bico

Tabela 1: Continuação

Família / Espécie	TP	CF	CA	HA	DF	FI	SI	DI	Beija-flores visitantes	Deposição do pólen
Cucurbitaceae										
<i>Gurania acuminata</i> (Schltdl.) Cogn.	Ca	Am	La	6-10 (n=21)	1	1-7	Or	Na	Phr, Chn, Thg	Bico
Fabaceae										
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Es	Li	-	11-12 (n=5)	1	2-16	Me	Ag	Phr, Chn, Thg, Hea	-
Gesneriaceae										
<i>Nematanthus corticola</i> Schrad	Tb	Ve	-	-	-	1-2	Or	Na	Phr, Php, Phm	Bico
Heliconiaceae										
<i>Heliconia richardiana</i> Miq.	Tb	Es	Ve	5-10 (n=21)	1	1-2	Or	Ag	Glh, Phr, Php, Eum, Apc, Chm, Aml	Cabeça
Marantaceae										
<i>Calathea crocata</i> E.Morren & Joriss.	Tb	Am	Ve	4-6 (n=17)	1	1-3	Or	Ag	Phr, Php, Thg, Hyc	Bico



Figura 1: Algumas espécies vegetais visitadas por beija-flores, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil: A - *Vriesea ensiformis*; B - *Nematanthus corticola*; C - *Gurania acuminata*; D - *Geissomeria macrophylla*; E - *Aechmea miniata*; F - *Heliconia richardiana*; G - *Lymania brachycaulis*; H - *Adenocalymma comosum*; I - *Pueraria phaseoloides*; J - *Vriesea procera*; K - *Calathea crocata*; L - *Costus spiralis*.

Tabela 2: Médias (\pm desvio padrão; n = número de flores amostradas) das medidas de morfologia floral das espécies de plantas visitadas por beija-flores, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil.

Família / Espécie	Comprimento da corola (mm)	Abertura da corola (mm)	Volume de néctar (μ l)	Concentração de açúcar no néctar (%)
Acanthaceae				
<i>Geissomeria macrophylla</i> Nees	33,54 \pm 4,44 (n=19)	5,46 \pm 1,38 (n=19)	-	13,50 \pm 1,29 (n=7)
<i>Pseuderanthemum</i> sp	14,86 \pm 1,17 (n=20)	1,60 \pm 0,27 (n=20)	-	-
<i>Ruellia affinis</i> (Schrad.) Lindau	-	-	-	-
Bignoniaceae				
<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) C.	67,92 \pm 3,58 (n=5)	19,86 \pm 1,66 (n=5)	-	30,33 \pm 5,92 (n=3)
Bromeliaceae				
<i>Aechmea miniata</i> Beer ex Baker	16,83 \pm 2,53 (n=10)	2,53 \pm 0,81 (n=10)	20,20 \pm 9,80 (n=5)	26,50 \pm 1,47 (n=4)
<i>Aechmea viridostigma</i> Leme & H.Luther	16,98 \pm 1,95 (n=15)	5,17 \pm 0,60 (n=15)	-	-
<i>Hohenbergia</i> aff. <i>capitata</i> (Schult. & Schult.f.) Baker Schult. & Schult.f.	-	-	-	-
<i>Lymania brachycaulis</i> (E.Morren ex Baker) L.F.Sousa	26,00 \pm 6,46 (n=13)	2,52 \pm 0,83 (n=13)	59,00 \pm 57,90 (n=2)	22,95 \pm 15,34 (n=2)
<i>Vriesea ensiformis</i> (Vell.) Beer	54,86 \pm 3,02 (n=6)	6,70 \pm 1,11 (n=6)	12,00 \pm 0,00 (n=1)	-
<i>Vriesea carinata</i> Wawra	-	-	-	-
<i>Vriesea procera</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Wittm.	43,95 \pm 2,06 (n=24)	7,77 \pm 2,82 (n=24)	43,50 \pm 24,60 (n=14)	20,15 \pm 3,99 (n=14)
Campanulaceae				
<i>Centropogon cornutus</i> (L.) Druce	53,01 \pm 2,26 (n=16)	10,11 \pm 1,73 (n=16)	36,70 \pm 3,50 (n=3)	17,37 \pm 4,19 (n=4)
Costaceae				
<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	37,78 \pm 8,14 (n=11)	8,79 \pm 2,22 (n=11)	78,30 \pm 58,10 (n=4)	12,50 \pm 8,01 (n=4)
Cucurbitaceae				
<i>Gurania acuminata</i> (Schltdl.) Cogn.	11,58 \pm 0,93 (n=9)	3,31 \pm 0,73 (n=9)	13,80 \pm 10,20 (n=5)	6,25 \pm 0,98 (n=6)
Fabaceae				
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	20,32 \pm 0,67 (n=13)	-	-	30,80 \pm 1,80 (n=2)
Gesneriaceae				
<i>Nematanthus corticola</i> Schrad	63,27 \pm 1,95 (n=11)	16,40 \pm 1,78 (n=11)	8,50 \pm 3,30 (n=4)	21,55 \pm 7,85 (n=4)
Heliconiaceae				
<i>Heliconia richardiana</i> Miq.	25,41 \pm 8,34 (n=6)	7,60 \pm 1,09 (n=6)	24,50 \pm 6,80 (n=8)	22,32 \pm 3,62 (n=7)
Marantaceae				
<i>Calathea crocata</i> E.Morren & Joriss.	23,28 \pm 2,33 (n=23)	2,56 \pm 0,91 (n=10)	9,50 \pm 2,00 (n=12)	18,45 \pm 7,50 (n=12)

Tabela 3: Beija-flores registrados, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Estratégia de forrageio: “Trapliner” de alta recompensa (TA), “Trapliner” de baixa recompensa (TB), Parasita de território (PT), Generalista (GE), Territorialista (TE); Comprimento do bico: Média \pm desvio padrão, número de indivíduos mensurados (n).

Beija-flores	Estratégia de forrageio	Comprimento do bico (mm)
Phaethornitinae		
<i>Glaucis dohrnii</i> (Bourcier & Mulsant, 1852)	TA	29,00 \pm 0,00 (1) ¹
<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)	TA	31,88 \pm 1,25 (n=6) ²
<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	TA, TB, GE, PT	22,60 \pm 1,29 (n=27) ²
<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)	TA	32,28 \pm 1,50 (n=2) ²
<i>Phaethornis margarettae</i> (Ruschi, 1972)	TA	37,15 \pm 4,11 (n=2) ²
Trochilinae		
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	PT	24,18 \pm 1,14 (n=2) ²
<i>Aphantochroa cirrochloris</i> (Vieillot, 1818)	TE	22,22 \pm 1,57 (n=4) ²
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)	PT	16,35 \pm 3,89 (n=10) ³
<i>Chlorostilbon notatus</i> (Reich, 1793)	TE, PT, TB	17,26 \pm 0,00 (n=1) ²
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	TE, PT, TB	20,19 \pm 1,27 (n=8) ²
<i>Hylocharis cyanus</i> (Vieillot, 1818)	PT	17,50 \pm 0,00 (n=1) ¹
<i>Amazilia leucogaster</i> (Gmelin, 1788)	TE	23,00 \pm 0,00 (n=1) ¹
<i>Heliothryx auritus</i> (Gmelin, 1788)	PT	16,50 \pm 0,00 (n=1) ¹

¹Medida obtida em literatura especializada; ²Medida obtida de espécimes capturados na área de estudo;

³Medida obtida de espécimes do acervo da coleção da Divisão de Aves do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (Tombos: 111, 137, 318, 360, 547, 572, 580, 626, 672, 690).



Figura 2: Algumas espécies de beija-flores polinizadores registrados, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil: A - *Chlorostilbon notatus*; B - *Amazilia leucogaster*, C - *Eupetomena macroura*; D - *Aphantochroa cirrochloris*; E - *Thalurania glaucopis*; F - *Phaethornis pretrei*; G - *Phaethornis margarettae*; H - *Glaucis hirsutus*; I - *Phaethornis ruber*.

Tabela 4: Matriz de interações agressivas entre beija-flores registrados, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Para cada espécie foi feita a somatória dos eixos horizontal (número de vezes em que a espécie dominou) e vertical (número de vezes em que a espécie foi subordinada), onde Σ^1 = somatória das interações interespecíficas e Σ^2 = somatória total. Os valores em negrito correspondem às interações intraespecíficas. Beija-flores: *Glaucis hirsutus* (Glh), *Phaethornis ruber* (Phr), *Eupetomena macroura* (Eum), *Aphantochroa cirrochloris* (Apc), *Chlorostilbon notatus* (Chn), *Thalurania glaucopis* (Thg), *Amazilia leucogaster* (Aml) e *Heliothryx auritus* (Hea).

Espécies dominantes	Espécies subordinadas								Σ^1	Σ^2
	Glh	Phr	Eum	Apc	Chn	Thg	Aml	Hea		
Glh		2					1		2	3
Phr		2							2	2
Eum									0	0
Apc	3	6		14	2	4			14	28
Chn		2						1	2	3
Thg			3	1					4	4
Aml	1	2				1			4	4
Hea									0	0
Σ_1	4	12	3	1	2	5	0	1	28	
Σ_2	4	14	3	15	2	5	0	1		44

Tabela 5: Sazonalidade dos beija-flores registrados, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Beija-flores: *Glaucis dohrnii* (Gld), *Glaucis hirsutus* (Glh), *Phaethornis ruber* (Phr), *Phaethornis pretrei* (Php), *Phaethornis margarettae* (Phm), *Eupetomena macroura* (Eum), *Aphantochroa cirrochloris* (Apc), *Chrysolampis mosquitus* (Chm), *Chlorostilbon notatus* (Chn), *Thalurania glaucopis* (Thg), *Hylocharis cyanus* (Hyc), *Amazilia leucogaster* (Aml), *Heliophryx auritus* (Hea).

Beija-flores	Meses de ocorrência																											
	2009									2010									2011									
	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
Gld																		x										x
Glh				x	x	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Phr	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Php	x	x	x	x	x	x		x			x		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Phm						x												x							x		x	
Eum		x				x		x	x				x	x			x					x			x			
Apc		x	x			x		x	x			x	x	x		x		x	x	x	x			x	x	x	x	
Chm								x				x																
Chn	x	x												x						x			x		x	x	x	
Thg		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x		x		x	x	x	
Hyc						x																					x	
Aml		x											x												x		x	
Hea			x								x	x									x			x		x		

Tabela 6: Matriz de índice de sobreposição Schoener no uso de vetores de pólen por plantas visitadas por beija-flores, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Espécies vegetais: *Vriesea ensiformis* (Vre), *Gurania acuminata* (Gua), *Vriesea carinata* (Vrc), *Centropogon cornutus* (Cec), *Vriesea procera* (Vrp), *Heliconia richardiana* (Her), *Hohenbergia aff. capitata* (Hoc), *Geissomeria macrophylla* (Gem), *Lymania brachycaulis* (Lyb), *Nematanthus corticola* (Nec), *Calathea crocata* (Cac), *Costus spiralis* (Cos), *Aechmea viridostigma* (Aev), *Aechmea miniata* (Aem). Os valores de alto índice de sobreposição ($\geq 0,61$) estão em negrito.

	Espécies vegetais / Índice de sobreposição Schoener												
	Vre	Gua	Vrc	Cec	Vrp	Her	Hoc	Gem	Lyb	Nec	Cac	Cos	Aev
Gua	0,25												
Vrc	0,25	0,50											
Cec	0,16	0,00	0,00										
Vrp	0,09	0,12	0,07	0,12									
Her	0,23	0,22	0,22	0,26	0,26								
Hoc	0,25	0,50	1,00	0,00	0,07	0,22							
Gem	0,25	0,50	1,00	0,00	0,07	0,22	1,00						
Lyb	0,25	0,50	1,00	0,00	0,07	0,22	1,00	1,00					
Nec	0,58	0,44	0,44	0,16	0,09	0,23	0,44	0,44	0,44				
Cac	0,26	0,55	0,62	0,01	0,13	0,23	0,62	0,62	0,62	0,45			
Cos	0,14	0,09	0,09	0,76	0,10	0,26	0,09	0,09	0,09	0,14	0,10		
Aev	0,25	0,55	0,85	0,00	0,12	0,22	0,85	0,85	0,85	0,44	0,76	0,09	
Aem	0,25	0,55	0,84	0,00	0,12	0,22	0,84	0,84	0,84	0,44	0,78	0,09	0,98

CAPÍTULO II

**FENOLOGIA DE FLORAÇÃO DA COMUNIDADE VEGETAL VISITADA POR
BEIJA-FLORES (AVES: TROCHILIDAE) EM ÁREA DE SUB-BOSQUE DE
MATA ATLÂNTICA DA BAHIA**

RESUMO

Investigações sobre a fenologia de floração de recursos utilizados por beija-flores podem esclarecer questões sobre sucesso reprodutivo vegetal e manutenção da troquilofauna polinizadora. O objetivo deste estudo foi registrar a dinâmica temporal da produção de flores das espécies utilizadas por beija-flores e sua correlação com os fatores climáticos (precipitação, fotoperíodo, temperatura e umidade relativa do ar). Os dados foram coletados mensalmente de abril de 2009 a agosto de 2011 no sub-bosque de um fragmento de Mata Atlântica na Reserva Ecológica da Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil, registrando o número de flores e botões das espécies visitadas, seus atributos florais e a categorização quanto à síndrome de polinização (ornitófilas ou não ornitófilas). Os beija-flores visitantes florais foram identificados a partir de observações focais em plantas floridas. Foi utilizada a Correlação de Spearman para verificar a correlação entre os dados climáticos e a riqueza de espécies floridas, o número mensal de flores e botões da comunidade e de cada espécie visitada. A comunidade vegetal, representada por 18 espécies, apresentou floração contínua com picos de floração sequenciais. A maioria das espécies estudadas foi classificada como ornitófila (83%). A riqueza mensal de espécies floridas apresentou correlação apenas com o fotoperíodo. Não houve correlação entre o número de flores e botões da comunidade vegetal e os dados climáticos. Apenas duas espécies apresentaram correlação com a umidade, seis espécies com o fotoperíodo e nove espécies com a temperatura. Treze espécies de beija-flores visitaram flores das espécies estudadas, sendo *Phaethornis ruber* o visitante mais frequente. A floração contínua da comunidade garante a presença de seus polinizadores na área. A floração anual das espécies, com picos sequenciais, propicia a partilha dos mesmos vetores de pólen, diminuindo a competição por polinizadores. Variações temporais na oferta de recurso para beija-flores são ajustadas a períodos ideais de fotoperíodo e temperatura, podendo interferir na partilha de néctar pelos beija-flores e na manutenção de polinizadores na comunidade vegetal.

Palavras chave: Bromeliaceae, fatores climáticos, ornitofilia, recurso floral, visitantes florais.

ABSTRACT

Investigations of flowering phenology and resource use by hummingbirds can help clarify questions concerning plant reproductive success and the maintenance of hummingbird pollinators. The present work sought to investigate the temporal dynamics of floral production among the species utilized by hummingbirds, and their correlation with climatic factors (rainfall, photoperiod, temperature, and relative humidity). Data was collected on a monthly basis from April/2009 to August/2011 along the understory of an Atlantic Forest fragment in Michelin Ecological Reserve in Igrapiúna, Bahia, Brazil – recording the numbers of flowers and floral buds of the species visited as well as their floral attributes and pollination syndrome categories (ornithophilous or non-ornithophilous). The hummingbird floral visitors were identified through observations of flowering focal plants. Spearman's Correlation Coefficient was used to verify the occurrence of correlations between climatic data and flowering species richness, as well as the monthly numbers of flowers and floral buds produced in the community and by each species visited. The plant community demonstrated continuous flowering, with sequential flowering peaks of its 18 component species. Most of the focal species were classified as ornithophilous (83%). The monthly richness of flowering species demonstrated a correlation only with the photoperiod. No correlations were identified between the numbers of flowers and floral buds in the plant community and the climatic data. Only two species demonstrated correlations with humidity, six species with the photoperiod, and nine species with the temperature. Thirteen hummingbird species were observed visiting the flowers of the focal species, with *Phaethornis ruber* being the most frequent visitor overall. Continuous flowering within the community guaranteed the continuous presence of pollinators in the area. The annual flowering patterns of the focal plant species (with their sequential peaks) allowed both the sharing of the same pollen vectors and diminished competition for them. Temporal variations in resource offerings to the hummingbirds were adjusted to the ideal photoperiods and temperatures required by each plant species, favoring the sharing of nectar sources by the hummingbirds and the permanence of pollinators within the plant community.

Key Words: Bromeliaceae, climatic factors, photoperiod, ornithophily, floral resources, floral visitors

INTRODUÇÃO

Estudos sobre a variação temporal na disponibilidade de recursos para beija-flores estão concentrados principalmente na Mata Atlântica do sudeste do Brasil (Snow & Snow 1986, Fischer & Araujo 1995, Buzato *et al.* 2000, Varassin & Sazima 2000, Vasconcelos & Lombardi 2000, Machado & Semir 2006), sendo ainda escasso o conhecimento sobre a fenologia de floração de comunidades polinizadas por beija-flores na Mata Atlântica do nordeste (Lopes 2002, Siqueira-Filho 2003) e inexistente na Mata Atlântica baiana.

Em ambientes tropicais, fatores climáticos devem ser considerados quando se analisa o padrão de floração de uma comunidade vegetal ornitófila (Buzato *et al.* 2000, Machado & Semir 2006, Dalsgaard *et al.* 2011). A precipitação, a umidade, o fotoperíodo e a temperatura são considerados fatores que podem gerir os padrões de florações de espécies tanto de áreas que apresentam estações seca e chuvosa bem definidas (Borchert *et al.* 2004, Coelho & Machado 2009, Santana & Machado 2010), como daquelas com pequena sazonalidade climática (Buzato *et al.* 2000, Rivera & Borchert 2001, Nadia *et al.* 2012).

Em comunidades vegetais visitadas por beija-flores, a floração sequencial das espécies proporciona recursos disponíveis para beija-flores (néctar) durante o ano todo, proporcionando a manutenção destes agentes polinizadores na área (Buzato *et al.* 2000, Machado & Semir 2006). A baixa sobreposição dos picos de floração evita a competição por vetores de pólen e a hibridização entre espécies que compartilham o mesmo grupo de polinizador (Stiles 1975, Stiles 1978, Wright & Calderon 1995).

Os beija-flores apresentam importante papel na reprodução de espécies vegetais nos neotrópicos e espécies ornitófilas são um componente importante em uma comunidade vegetal, compreendendo até 15% das angiospermas de uma dada área (Bawa 1990). Por depender do néctar para suprir suas necessidades energéticas, os beija-flores apresentam alto grau de adaptação morfológica, fisiológica e comportamental para visitar as flores (Lasprilla & Sazima 2004). Em comunidades vegetais da Mata Atlântica, a partilha de recurso pelos beija-flores pode ser influenciada por fatores como padrões temporais de atividade das aves e atributos florais de espécies visitadas (Buzato *et al.* 2000).

Estudos sobre o padrão de floração de espécies polinizadas por beija-flores podem permitir inferências sobre fatores bióticos e abióticos que regem sua floração e os processos evolutivos que modelam a organização temporal na oferta de recursos para polinizadores (Stiles 1985, Rivera & Borchert 2001). Do mesmo modo, as investigações sobre as relações ecológicas entre as comunidades vegetais e de beija-flores são extremamente importantes, uma vez que as interações mutualísticas podem esclarecer questões sobre o sucesso reprodutivo e a manutenção das comunidades vegetais e animais envolvidas (Kearns *et al.* 1998, Talora & Morellato 2000).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi investigar a dinâmica temporal da fenologia de floração das espécies vegetais visitadas por beija-flores no sub-bosque de uma área da Mata Atlântica da Bahia, Brasil, e sua correlação com a precipitação média acumulada, fotoperíodo, temperatura e umidade relativa do ar.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na Mata da Vila 5, um fragmento de mata com área de 180ha da Reserva Ecológica da Michelin (REM), situada no município de Igrapiúna, Bahia, Brasil (13°48'43" S, 39°12'14" W). O relevo da região é caracterizado por morros arredondados com encostas suaves e topos convexos, com altitude variando de 160 a 288 metros, cobertos principalmente por Floresta Ombrófila (Ab'Saber 2003).

O dossel pode atingir até 30 m de altura, onde ocorrem árvores centenárias do gênero *Sloanea*, *Caryocar* e *Copaifera*. O sub-bosque apresenta vegetação contínua e pouco densa, abundante em lianas e bromélias epífitas do gênero *Vriesea*. O fragmento de mata estudado é contornado por sistemas agroflorestais com plantações de cacau e banana e seringueiras - *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg (Euphorbiaceae).

O clima da região é categorizado como "Af" - tropical úmido a subúmido (Köppen 1948); o regime pluviométrico é regular, com chuvas abundantes distribuídas durante o ano e médias anuais superiores a 1.750 mm. Abril e maio são os meses de maior pluviosidade e novembro e dezembro os meses de menor precipitação, não ocorrendo períodos propriamente secos. As temperaturas médias anuais variam entre 22°C (agosto) e 30°C (fevereiro) com umidade média em torno de 80% (Dados climáticos coletados da estação meteorológica dentro da REM). Desta forma, o clima da região não apresenta estações bem definidas e pode ser considerado de baixa sazonalidade (Wright & Van Shaik 1994).

Coleta de dados

Foram efetuadas expedições mensais para a área de estudo, de abril de 2009 a agosto de 2011, de cinco a 10 dias cada. Os dados foram coletados no sub-bosque do interior do fragmento florestal e em sua borda, sendo utilizadas trilhas que totalizavam 7,8 km e que permeavam por estes ambientes.

Para identificação das espécies vegetais visitadas por beija-flores, em todas as expedições, foram realizadas sessões de observações naturalísticas utilizando o método de indivíduo-focal junto às plantas floridas, ornitófilas ou não ornitófilas registradas na área de estudo (Machado & Rocca 2010). Observações aleatórias, obtidas durante caminhadas pelas trilhas da área de estudo também foram consideradas. As observações foram feitas à vista desarmada ou com auxílio de binóculos, da aurora ao pôr-do-sol ou até o fechamento ou a senescência das flores. Considerou-se “visita” toda vez que um beija-flor inseriu o bico na corola de uma flor de forma legítima ou ilegítima.

As espécies vegetais visitadas por beija-flores foram acompanhadas mensalmente, sendo registrado o número de flores e botões em indivíduos floridos. Devido ao ciclo de vida curto de muitas espécies, os indivíduos floridos não foram marcados para acompanhamento mensal, sendo as flores e botões contabilizados nos primeiros indivíduos encontrados na trilha. A contagem mensal foi feita em no máximo 20 indivíduos; no caso das espécies que apresentaram indivíduos agregados, formando densas touceiras, cada inflorescência foi considerada como um indivíduo (Machado & Semir 2006). O mês com maior número de flores e botões, de cada espécie, foi considerado como pico de floração.

Devido à floração breve de algumas espécies, a presença de botões foi considerada como floração. O padrão de floração seguiu a classificação sugerida por Newstrom *et al.* (1994): padrão fenológico contínuo, anual ou subanual; quanto à duração, a floração foi considerada como curta (até um mês), intermediária (dois a quatro meses) ou longa (\geq cinco meses).

As espécies foram categorizadas quanto à síndrome de polinização (Faegri & van der Pijl 1980), sendo consideradas plantas ornitófilas aquelas cujas flores têm antese diurna, são inodoras, com coloração conspícua das pétalas, sépalas ou de suas estruturas anexas e com nectários afastados das partes férteis que estão normalmente expostas; as demais, consideradas não ornitófilas.

Partes férteis de indivíduos das espécies de plantas monitoradas foram coletadas, herborizadas, identificadas por especialistas e depositadas no Herbário de Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). A nomenclatura botânica seguiu The International Plant Names (2011).

Durante todo o período deste estudo, foram coletados, mensalmente, dados de precipitação, temperatura e umidade na Estação Meteorológica da REM. Os dados mensais de fotoperíodo foram obtidos a partir das coordenadas geográficas da área de estudo usando o programa Photoperiod Calculator (Lammi 2005).

Análise dos dados

Para verificar a ocorrência de correlação entre os dados climáticos mensais com a riqueza de espécies floridas e número mensal de flores e botões da comunidade e de cada espécie visitada, separadamente, utilizando a Correlação de Spearman no Programa Statistica 7 (Statsoft 2004). Foi certificada a distribuição dos dados antes de cada teste.

RESULTADOS

Dezoito espécies de plantas, de dez famílias botânicas, floresceram durante o período de estudo e foram visitadas por beija-flores na REM. As famílias Bromeliaceae (sete espécies) e Acanthaceae (três espécies) foram as mais representativas, enquanto as demais famílias foram representadas apenas por uma espécie (Tabela 1).

A maioria das espécies visitadas é ornitófila (83%), sobretudo as bromeliáceas e acantáceas; dentre as espécies não ornitófilas, as melitófilas somaram 11% (*Adenocalymma comosum* e *Pueraria phaseoloides*) e a esfingófila 6% (*Pseuderanthemum* sp) (Tabela 1).

A comunidade visitada por beija-flores apresentou floração contínua durante o período de estudo, com espécies se sobrepondo temporalmente na floração, porém com baixa sobreposição dos picos de floração, que se sucederam (Figura 1).

Houve variação na oferta de recurso (flores) durante o período estudado, com queda na riqueza de espécies floridas em novembro e dezembro de 2009, dezembro de 2010 e janeiro de 2011 (Figura 1).

Todas as espécies de bromeliáceas apresentaram floração anual; à exceção de *Vriesea procera* (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Wittm., com floração longa, as demais bromélias apresentaram fenofase de floração do tipo curta ou intermediária, assim como as espécies das famílias Acanthaceae (*Ruellia affinis* (Schrad.) Lindau e *Pseuderanthemum* sp) e Bignoniaceae (*Adenocalymma comosum* (Cham.) DC.), todas também com floração anual.

Apresentaram floração anual e longa as espécies *Centropogon cornutus* (L.) Druce, *Heliconia richardiana* Miq., *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.,

Calathea crocata E.Morren & Joriss. e *Geissomeria macrophylla* Nees; por possuírem flores durante quase todo o período de estudo e sem flores em apenas pequenos intervalos de tempo, *Gurania acuminata* (Schltdl.) Cogn. e *Costus spiralis* (Jacq.) Roscoe foram categorizadas com fenofase de floração do tipo contínua e longa.

Nematanthus corticola Schrad foi a única espécie com padrão de floração subanual com numerosos períodos com flores de duração curta a longa intercalados por períodos sem floração (Figura 1). Algumas espécies apresentaram variação na duração da floração entre os anos amostrados como, por exemplo, *V. procera*, *G. macrophylla* e *C. crocata* (Figura 1).

A riqueza de espécies floridas apresentou correlação apenas com o fotoperíodo ($r_s = -0,38$; $p < 0,05$) (Tabela 2). Não houve correlação ($p > 0,05$) entre a produção de flores da comunidade de plantas visitadas por beija-flores e a pluviosidade ($r_s = -0,21$), assim como com o fotoperíodo ($r_s = -0,19$), a temperatura ($r_s = -0,35$) e a umidade ($r_s = 0,02$).

A floração das espécies visitadas também não apresentou correlação com a pluviosidade (Tabela 2). Apenas duas espécies apresentaram a produção de flores correlacionada com a umidade: negativa em *G. acuminata* ($r_s = -0,41$; $p < 0,05$) e positiva em *P. phaseoloides* ($r_s = 0,40$; $p < 0,05$), a qual também apresentou correlação negativa com o fotoperíodo ($r_s = -0,73$; $p < 0,05$) e a temperatura ($r_s = -0,80$; $p < 0,05$).

Dentre as bromélias, as florações de todas as espécies apresentaram correlação com a temperatura e/ou com o fotoperíodo à exceção de *Hohenbergia* aff. *capitata* (Schult. & Schult.f.) Baker a qual não apresentou quaisquer correlações com os fatores climáticos (Tabela 2).

A floração de *G. macrophylla* apresentou correlação negativa com o fotoperíodo ($r_s = -0,58$; $p < 0,05$) e a temperatura, ($r_s = -0,79$; $p < 0,05$). Em *H. richardiana* a correlação foi positiva com o fotoperíodo ($r_s = 0,71$; $p < 0,05$) e a temperatura ($r_s = 0,63$; $p < 0,05$). Em *C. crocata*, houve correlação negativa apenas com a temperatura ($r_s = -0,64$; $p < 0,05$). As demais espécies não apresentaram as produções de flores correlacionadas com os fatores climáticos (Tabela 2).

DISCUSSÃO

A floração contínua da comunidade vegetal ornitófila com picos de floração das espécies se sucedendo é um padrão encontrado em ambientes de Mata Atlântica do sudeste brasileiro, sem estação seca pronunciada (Buzato *et al.* 2000, Machado & Semir 2006) como também em áreas com acentuada variação sazonal (Machado *et al.* 2007, Machado 2009, Santana & Machado 2010).

Esse padrão fenológico, sem pausa na oferta de recurso, evita o deslocamento acentuado de polinizadores para outras áreas em busca de recursos (néctar) (Wright & Calderon 1995, Machado *et al.* 2007, Machado 2009, Machado & Rocca 2010). A previsibilidade no período da florada das espécies pode ser muito importante para os polinizadores residentes, que dependem da oferta regular de recurso para se manterem na área (Buzato *et al.* 2000).

A floração anual com duração curta ou intermediária predomina em espécies polinizadas por beija-flores em áreas de mata atlântica montana (Buzato *et al.* 2000, Machado & Semir 2006), em cerrado (Faria & Araujo 2010), em campos rupestres (Santana & Machado 2010) e em caatinga (Machado 2009). Em ambientes com distintas condições climáticas, este tipo de floração favorece

a partilha dos mesmos vetores de pólen na comunidade vegetal, minimizando a competição das espécies de plantas envolvidas por este recurso (Brown & Kodric-Brown 1979, Machado & Semir 2006).

Na família Bromeliaceae, a floração anual é comumente registrada em espécies ornitófilas (Kaehler *et al.* 2005, Machado & Semir 2006, Marques & Lemos Filho 2008); em áreas de Mata Atlântica de São Paulo, *Vriesea carinata* (Machado & Semir 2006), *V. procera* e *V. ensiformes* (Buzato *et al.* 2000) também apresentaram floração anual, contudo, diferiram a época e a extensão na produção de flores. O tipo de floração em bromélias ornitófilas pode estar vinculado aos aspectos intrínsecos da família ou relacionado com as interações com os polinizadores, nas quais a produção de flores deve ser ajustada ao período mais propício para um sucesso reprodutivo vegetal.

Em algumas espécies de plantas registradas na REM, como por exemplo *V. procera*, *Calathea crocata* e *Geissomeria macrophylla*, foi possível observar variação na duração (em meses) do período de floração de um ano para outro. Em ambientes onde não ocorre uma estação seca definida ou pronunciada, como encontrados em diversas localidades da Mata Atlântica, incluindo a REM, as pressões climáticas não devem impor forte influência sobre os ritmos fenológicos vegetais, permitindo maior flexibilidade temporal da fenologia de floração (Morellato *et al.* 2000, Talora & Morellato 2000, Ramirez 2002).

Apesar da sazonalidade na oferta de recurso verificada na REM, a produção de flores e a riqueza de espécies floridas na comunidade não estiveram correlacionadas com a pluviosidade. Na Mata Atlântica do sudeste baiano, diferente do encontrado em outras comunidades (Fischer & Araujo 1995, Sazima *et al.* 1995, Buzato *et al.* 2000, Machado & Semir 2006), a oferta de recursos para

beija-flores não foi modelada pela variação anual de chuvas, a qual foi pouco acentuada.

Em ambientes com baixa sazonalidade anual de chuvas, fatores climáticos cíclicos como fotoperíodo e temperatura são os principais agentes dos ajustes fenológicos (Morellato *et al.* 2000, Rivera & Borchert 2001, San Martin-Gajardo & Morellato 2003, Borchert *et al.* 2004, Marques *et al.* 2004, Marques & Oliveira 2004). Isso pode explicar a correlação significativa desses fatores climáticos com a riqueza de espécies floridas e a floração de 55% das espécies visitadas, ajustadas a períodos ideais de fotoperíodo e temperatura.

Apresentaram a floração correlacionada positivamente com a temperatura e/ou fotoperíodo 86% das bromélias visitadas por beija-flores. Resultados encontrados também em 40% das bromélias ornitófilas registradas em campos rupestres da Bahia (Santana & Machado 2010), corroborando à significante influência da temperatura e fotoperíodo na fenologia de floração de plantas em diferentes tipos de vegetação (Morellato *et al.* 2000, Borchert *et al.* 2004).

A fenologia de floração das espécies que não apresentaram correlação com os dados climáticos analisados pode estar reproduzindo fatores filogenéticos (Wright & Calderon 1995, Bawa *et al.* 2003) e evolutivos, sendo necessários estudos mais aprofundados para melhores conclusão sobre sua dinâmica temporal na produção de flores.

As espécies *V. procera* e *H. richardiana* foram visitadas por 70% dos beija-flores registrados na área de estudo, sendo que 50% destes não são considerados residentes (ver Capítulo 1). Assim como em áreas de floresta úmida (Cruz *et al.* 2006, Machado & Semir 2006, Marques & Lemos Filho 2008, Missagia & Verçosa 2011), na REM as famílias Bromeliaceae e Heliconiaceae

podem ser consideradas importantes fontes de recurso para a comunidade de beija-flores, principalmente em períodos de queda no número de espécies floridas.

O padrão de floração da comunidade vegetal estudada sofre influências de fatores climáticos e pressões seletivas de polinizadores, os quais podem induzir o momento mais eficiente para a reprodução vegetal. Além disso, a organização temporal da época e extensão na produção de flores pode interferir na partilha de recurso dentro da comunidade vegetal e na competição por vetores de pólen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A. N. 2003. Os domínios de natureza no Brasil. Potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial. 159 p.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in a tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.
- Bawa, K. S.; Kang, H. & Grayum, M. H. 2003. Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest trees. *American Journal of Botany* 90(6): 877–887.
- Borchert, R.; Meyer, S. A.; Felger, R. S. & Porter-Bolland, L. 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. *Global Ecology and Biogeography* 13(5) 409-425.
- Brown, J. H. & Kodric-Brown, A. 1979. Convergence, Competition, and Mimicry in a Temperate Community of Hummingbird-Pollinated Flowers. *Ecology* 60 (5): 1022-1035.
- Buzato, S., M. Sazima & I. Sazima. 2000. Hummingbird-pollinated floras at tree Atlantic Forest sites. *Biotropica* 32 (4b): 824- 841.

- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2011. Lista Primária de Aves do Brasil. <http://www.cbro.org.br/CBRO/listabr.htm>
- Coelho, A. G. & Machado, C. G. 2009. Fenologia reprodutiva de *Prepusa montana* Mart. (Gentianaceae) em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 32 (2): 405-410.
- Cruz, D. D.; Mello, M. A. R. & Sluys, M. V. 2006. Phenology and floral visitors of two sympatric *Heliconia* species in the Brazilian Atlantic forest. *Flora* 201: 519–527
- Dalsgaard, B.; Magård E.; Fjeldså, J.; Martín González, A. M.; Rahbek, C.; Olesen, J. M.; Ollerton, J.; Alarcón, R.; Araujo, A. C.; Cotton, P. A.; Lara, C.; Machado, C. G.; Sazima, I.; Sazima, M.; Timmermann, A.; Watts, S.; Sandel, B.; Sutherland, W. J. & Svenning, J. C. 2011. Specialization in plant hummingbird networks is associated with species richness, contemporary precipitation and Quaternary climate-change velocity. *Plos One* 6(10) E25891.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1980. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, London.
- Faria, R. R. & Araujo, A. C. 2010. Flowering phenology and pollination of ornithophilous species in two habitats of Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 82(4): 843-855.
- Fischer, E. A. & Araujo, A. C. 1995. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic rainforest, southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 11: 559-567.
- Grantsau, R. 1988. *Os beija-flores do Brasil*. Expressão e Cultura, Rio de Janeiro.

- Kaehler, M.; Varassin, I. G. & Goldenberg, R. 2005. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto Montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 28: 219-228.
- Kearns, C. A.; Inouye, D. W. & Waser, N. M. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:83-112.
- Köppen, W. 1948. *Climatología con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Economica, México.
- Lammi, J. 2005. On line photoperiod calculator. <http://www.etti.fi/~jllammi/sun.htm1>.
- Lasprilla, L. R. & Sazima, M. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15(Suppl.): 183-190.
- Lopes, A. V. de F. 2002. Polinização por beija-flores em remanescente da Mata Atlântica pernambucana, nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Biologia vegetal. Universidade Estadual de Campinas.
- Machado, C. G. & Rocca, M. 2010. Protocolos para o estudo de polinização por aves. In: Von Matter, S., Straube, F., Candido Jr, J.F., Piacentini, V. e Accordi, I. (Org.). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Editora Technical Books, v. 1, p. 473-489, 1 ed., Rio de Janeiro.
- Machado, C. G. 2009. Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 26 (2): 255-265.

- Machado, C. G. & Semir, J. 2006. Fenologia de floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica* 29 (1) 163-174.
- Machado, C. G.; Coelho, A. G.; Santana, C. S. & Rodrigues M. 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15 (2): 215-227.
- Marques, M. C. M. & Oliveira, P. E. A.M. 2004. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27 (4): 713-723.
- Marques, A. R. & Lemos Filho, J. P. 2008. Fenologia reprodutiva de espécies de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 22(2): 417-424.
- Marques, M. C. M.; Roper, J. J & Salvalaggio, A. P. B. 2004. Phenological patterns among plant life forms in a Subtropical Forest in Southern Brazil. *Plant Ecology* 173:203-213.
- Missagia, C. C. C. & Verçoza, F. de C. 2011. Fenologia reprodutiva, polinização e frutificação de *Heliconia spathocircinata* Aristeg. (Heliconiaceae) em fragmento de Floresta Atlântica do município do Rio de Janeiro. *Biotemas* 24 (3): 13-23.
- Morellato P. C.; Talora D. C.; Takahashi A.; Bencke C. C.; Romera E. C. & Zipparro V. B. 2000. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.
- Nadia, T. de L.; Morellato, L. P. C.; Machado, I. C. 2012. Reproductive phenology of a northeast Brazilian mangrove community: Environmental and biotic constraints. *Flora* 207: 682- 692.

- Newstrom, L. E., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest tree at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2) 141-159.
- Ramirez, N. 2002. Reproductive phenology, life-forms, and habitats of the Venezuelan Central Plain. *American Journal of Botany* 89 (5): 836–842.
- Rivera, G. & Borchert, R. 2001. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. *Tree Physiology* 21: 201-212.
- San Martin-Gajardo, I. & Morellato, L.P.C. 2003. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 299-309.
- Santana, C. S. & Machado, C. G. 2010. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 33(3): 469-477.
- Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1995. The saw-billed hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern Brazil. *Journal für Ornithology* 136: 195-206.
- Sigrist, T. 2009. Guia de Campo Avis Brasiliis - Avifauna Brasileira: Descrição das Espécies – The Avis Brasiliis Field Guide to the Birds of Brazil: Species Accounts. Avis Brasiliis. São Paulo.
- Siqueira-Filho, J. A. de. 2003. Fenologia da floração, ecologia da polinização e conservação de bromeliaceae na floresta atlântica nordestina. Tese de doutorado. Pós-graduação em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Pernambuco.

- Snow D. W. & Snow. B. K. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra do Mar, southeastern Brazil. *El Hornero* 12: 286-296.
- StatSoft, Inc. 2004. Statistica. (data analysis software system), version 7.
- Stiles F. G. 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *Ecology* 56: 285-301.
- Stiles, F.G. 1978. Temporal organization of flowering among the hummingbird foodplants of a tropical wet forest. *Biotropica* 10: 194-210.
- Stiles F. G. 1985. Seasonal pattern and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican sub-tropical forest. In: *Neotropical Ornithology*. Buckley, P. A.; Morton, M.S.; Ridgley, R. S. & Buckley, F. G. (eds). Washington, DC. pp 757-787.
- Talora, D. C. & Morellato, P. C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23 (1): 13-26.
- The International Plant Names. 2011. Disponível em <http://www.ipni.org>
- Varassin, I. G. & Sazima, M. 2000. Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em mata atlântica no sudeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Professor Mello Leitão (Nova Série)* 11/12: 57-70.
- Vasconcelos, M. F. & Lombardi, J. A. 2000. Espécies vegetais visitadas por beija-flores durante o meio do verão no Parque Estadual de Pedra Azul, Espírito Santo. *Melopsittacus* 3: 36-41.
- Wright, S. J. & Calderon, O. 1995. Phylogenetic patterns among tropical flowering phenologies. *Journal of Ecology* 83: 937-948.
- Wright, S. J. & Van Schaik, C. P. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist* 143(1): 192–199.

Tabela 1: Espécies de plantas visitadas por beija-flores, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Síndrome: Ornitófila (Or), Esfingófila (Es), Melitófila (Me).

Família / Espécie	Síndrome
Acanthaceae	
<i>Geissomeria macrophylla</i> Nees	Or
<i>Pseuderanthemum</i> sp	Es
<i>Ruellia affinis</i> (Schrad.) Lindau	Or
Bignoniaceae	
<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) DC.	Me
Bromeliaceae	
<i>Aechmea miniata</i> Beer ex Baker	Or
<i>Aechmea viridostigma</i> Leme & H.Luther	Or
<i>Hohenbergia</i> aff. <i>capitata</i> (Schult. & Schult.f.) Baker	Or
<i>Lymania brachycaulis</i> (E.Morren ex Baker) L.F.Sousa	Or
<i>Vriesea ensiformis</i> (Vell.) Beer	Or
<i>Vriesea carinata</i> Wawra	Or
<i>Vriesea procera</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Wittm.	Or
Campanulaceae	
<i>Centropogon cornutus</i> (L.) Druce	Or
Costaceae	
<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	Or
Cucurbitaceae	
<i>Gurania acuminata</i> (Schltdl.) Cogn.	Or
Fabaceae	
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Me
Gesneriaceae	
<i>Nematanthus corticola</i> Schrad	Or
Heliconiaceae	
<i>Heliconia richardiana</i> Miq.	Or
Marantaceae	
<i>Calathea crocata</i> E.Morren & Joriss.	Or

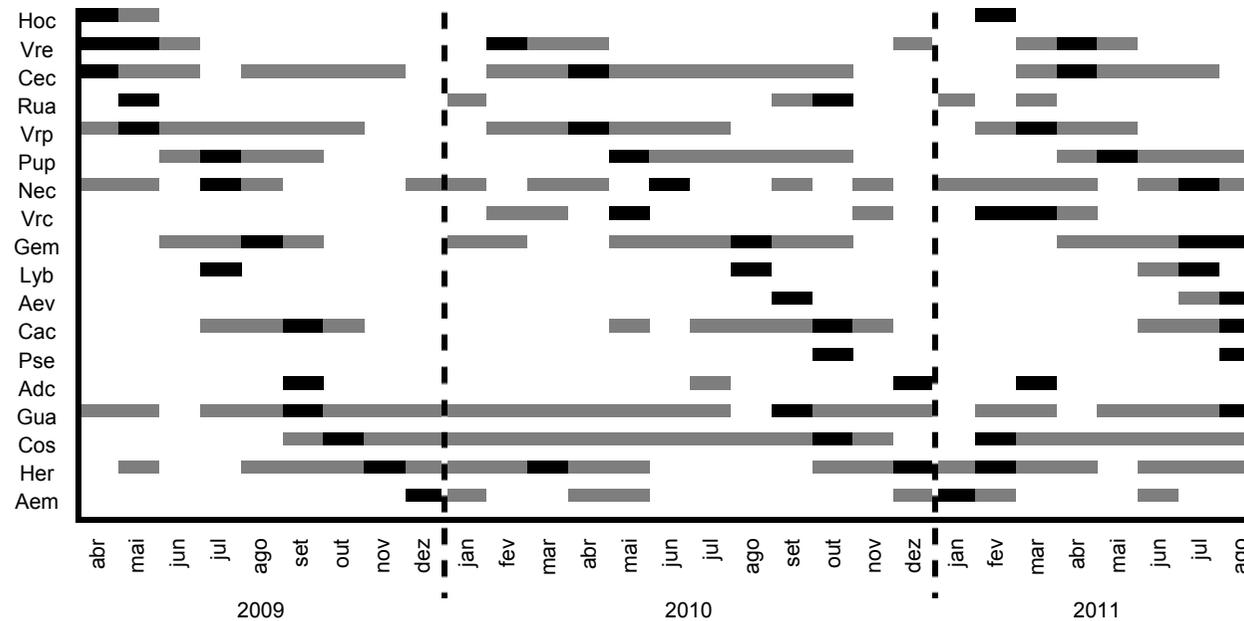


Figura 1: Fenologia de floração das espécies de plantas visitadas por beija-flores, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. A linha representa o período de ocorrência de flores e botões e a parte escura o pico de floração. *Hohenbergia* aff. *capitata* (Hoc), *Vriesea ensiformis* (Vre), *Centropogon cornutus* (Cec), *Ruellia affinis* (Rua), *Vriesea procera* (Vrp), *Pueraria phaseoloides* (Pup), *Nematanthus corticola* (Nec), *Vriesea carinata* (Vrc), *Geissomeria macrophylla* (Gem), *Lymania brachycaulis* (Lyb), *Aechmea viridostigma* (Aev), *Calathea crocata* (Cac), *Pseuderanthemum* sp (Pse), *Adenocalymma comosum* (Adc), *Gurania acuminata* (Gua), *Costus spiralis* (Cos), *Heliconia richardiana* (Her), *Aechmea miniata* (Aem).

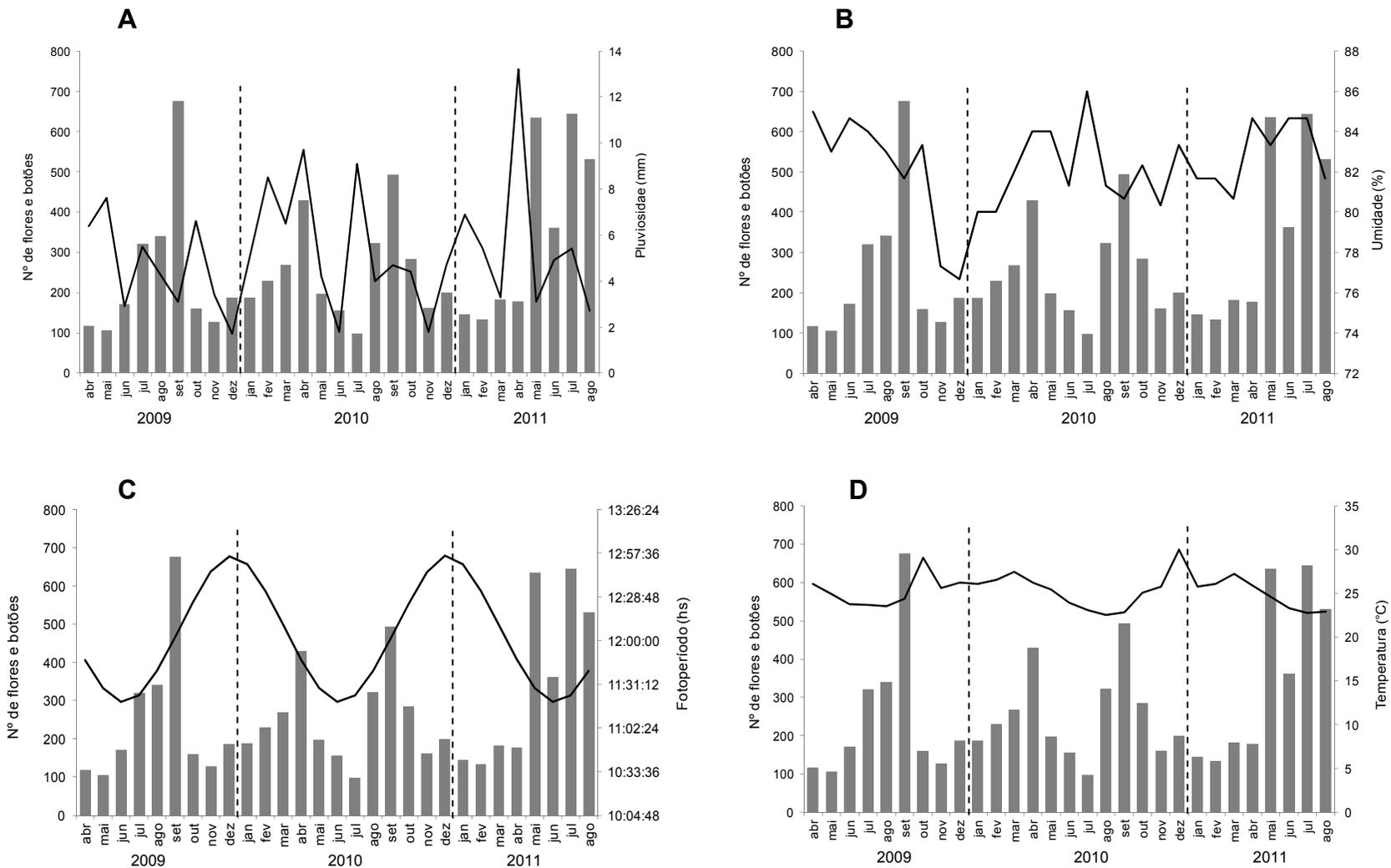


Figura 2: Produção mensal de flores e botões da comunidade vegetal visitada por beija-flores, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin (REM), Igrapiúna, Bahia, Brasil e valores dos dados climáticos coletados na Estação Meteorológica da REM durante o período de estudo. Pluviosidade (mm) (A), Umidade relativa do ar (%) (B), Fotoperíodo (hs) (C) e Temperatura (°C) (D). As linhas pontilhadas separam os anos.

Tabela 2: Resultados da Correlação de Spearman (r_s) entre os dados climáticos (DC), a produção total de flores da comunidade (FL), a riqueza de espécies floridas (RF) e a floração de cada espécie visitada por beija-flores, entre abril de 2009 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Dados climáticos usados na correlação: Pluviosidade (PL), Umidade relativa do ar (UM), Fotoperíodo (FO) e Temperatura (TE). Espécies vegetais visitadas por beija-flores: *Hohenbergia aff. capitata* (Hoc), *Vriesea ensiformis* (Vre), *Centropogon cornutus* (Cec), *Ruellia affinis* (Rua), *Vriesea procera* (Vrp), *Pueraria phaseoloides* (Pup), *Nematanthus corticola* (Nec), *Vriesea carinata* (Vrc), *Geissomeria macrophylla* (Gem), *Lymania brachycaulis* (Lyb), *Aechmea viridostigma* (Aev), *Calathea crocata* (Cac), *Pseuderanthemum sp* (Pse), *Adenocalymma comosum* (Adc), *Gurania acuminata* (Gua), *Costus spiralis* (Cos), *Heliconia richardiana* (Her), *Aechmea miniata* (Aem). Em destaque os valores significativos das correlações ($p < 0,05$).

DC	FL	RF	Espécies vegetais visitadas por beija-flores																	
			Hoc	Vre	Cec	Rua	Vrp	Pup	Nec	Vrc	Gem	Lyb	Aem	Cac	Pse	Adc	Gua	Cos	Her	Aev
PL (mm)	-0,21	0,10	0,26	0,33	0,25	0,14	0,33	-0,32	0,12	0,04	-0,30	0,06	0,08	-0,23	-0,22	-0,06	-0,20	-0,02	0,12	-0,11
UM (%)	0,02	0,21	0,16	0,32	0,34	-0,29	0,22	0,40	-0,11	-0,17	0,14	0,25	-0,10	0,11	-0,06	0,06	-0,41	-0,26	-0,29	-0,04
FO (hs)	-0,19	-0,38	-0,02	-0,12	-0,27	0,24	-0,17	-0,73	-0,08	0,22	-0,58	-0,44	0,44	-0,28	-0,01	0,16	0,23	0,28	0,71	-0,19
TE (°C)	-0,35	-0,26	0,14	0,39	0,02	0,05	0,40	-0,80	0,00	0,40	-0,79	-0,51	0,36	-0,64	-0,20	0,15	-0,02	0,32	0,63	-0,49

CAPÍTULO III

**TIPOS POLÍNICOS TRANSPORTADOS POR BEIJA-FLORES DO
SUB-BOSQUE DE UMA ÁREA DA MATA ATLÂNTICA DA BAHIA**

RESUMO

A abordagem palinológica nos estudos sobre as relações mutualísticas entre plantas e beija-flores podem enriquecer os dados sobre riqueza de plantas polinizadas e partilha de vetores de pólen. O objetivo deste estudo foi identificar os tipos polínicos transportados por beija-flores, avaliar a abundância e a riqueza dos tipos polínicos encontrados e a importância dos recursos utilizados pelos beija-flores representados pelos tipos polínicos. De abril de 2010 a agosto de 2011 foram capturados os beija-flores do sub-bosque de um fragmento de mata atlântica na Reserva Ecológica da Michelin, Igrapiúna, Bahia, dos quais foram removidos o pólen impregnado em seu bico, cabeça, garganta e peito. Os tipos polínicos foram identificados e contabilizados em laboratório. O índice de Spearman foi usado para testar a correlação entre o comprimento do bico dos beija-flores, o número de indivíduos capturados por espécie, a abundância e a riqueza de tipos polínicos transportados. Foi utilizado o índice de Bray-curtis para conhecer a similaridade dos beija-flores quanto ao transporte de tipos polínicos. O recurso floral, representado pelos tipos polínicos, foi avaliado utilizando-se o índice de valor de importância do recurso (IVIR). Dezesesseis tipos polínicos foram identificados em oito espécies de beija-flores capturadas. O bico foi o principal local de deposição de pólen (58%), seguido da cabeça (30%), garganta (11%) e peito (1%). Houve correlação significativa entre o número de indivíduos de beija-flores capturados e a riqueza de tipos polínicos. Os beija-flores da mesma subfamília apresentaram maior similaridade quanto ao transporte de tipos polínicos. Os tipos polínicos Bignoniaceae 2, *Heliconia* e Papilionoideae apresentaram o maior IVIR. O tamanho curto e mediano das corolas das flores visitadas e a disposição das anteras dentro da corola fez do bico o principal local de deposição de pólen. A riqueza de tipos polínicos transportada deve ser influenciada pela variação individual dos beija-flores na utilização do recurso. A similaridade entre os troquilídeos da mesma subfamília pode revelar a formação de grupos de beija-flores especialistas na polinização de determinadas espécies vegetais. Os tipos polínicos com maiores IVIR representaram plantas mais especialistas quanto ao uso de vetores de pólen.

Palavras chave: carga polínica, polinização, recurso floral, Trochilidae, vetor de pólen.

ABSTRACT

Palinological approaches are useful tools on studies of mutualistic interactions among plants and hummingbirds, contributing on data regarding richness of pollinated species and sharing of pollen vectors. In this sense, we aimed to identify pollen types transported by hummingbirds, evaluate its abundance and richness, and determine the importance of floral resources used by these birds. Hummingbirds were captured from April 2010 to August 2011 in the understory of an Atlantic Forest remnant within Michelin Ecological Reserve, Igrapiúna municipality, Bahia State. We collected pollen grains attached to their beak, head, throat and chest, which were identified and counted in laboratory. Spearman index was used to test correlations between beak length of hummingbirds, number of collected specimens per species, and abundance and richness of transported pollen types. Bray-curtis index was also used to verify the similarity of pollen types transported among hummingbirds. Floral resource, herein represented by pollen types, was evaluated using resource value of importance (IVIR). Sixteen pollen types were identified and eight hummingbird species were captured. Beak was the main area for pollen deposition (58%), followed by the head (30%), throat (11%) and chest (1%). A significant correlation between the number of hummingbird specimens captured and richness of pollen types was found. Hummingbirds placed in the same subfamily showed a higher similarity on the transport of pollen types. Pollen types from Bignoniaceae, *Heliconia* and Papilionoideae showed highest IVIR. Short and mid-sized corollas of visited flowers and position of the anthers inside the corolla explain the beak as main place for pollen deposition. Richness of transported pollen types must be influenced by individual preferences of hummingbirds on the usage of floral resources. Similarity among troquilids belonging to the same subfamily might be a reflection of convergent foraging habits in some plant species. Pollen types with the highest IVRI belong to plant species showing specialized strategies on the usage of pollen vectors.

Keywords: pollen loads, pollination, floral resource, Trochilidae, pollen vector.

INTRODUÇÃO

Os beija-flores desempenham importante papel na reprodução de espécies vegetais e manutenção de comunidades vegetais em diversos biomas (Mendonça & Anjos 2003), sendo o maior grupo de polinizadores vertebrados de plantas neotropicais (Aizen *et al.* 2002, Rocca & Sazima 2010). As plantas visitadas e polinizadas por essas aves podem representar até 22% das espécies de angiospermas em uma dada comunidade de floresta tropical (Feinsinger 1983, Bawa 1990, Rocca & Sazima 2010).

A relação mutualística entre os beija-flores e as plantas tem sido amplamente estudada no Brasil (Mendonça & Anjos 2003, Machado & Rocca 2010). Na Mata Atlântica, esses estudos são baseados em registros visuais das visitas dos beija-flores às flores de determinadas espécies de plantas (Canela & Sazima 2003, Rocca & Sazima 2013) ou comunidades de plantas (Sazima *et al.* 1996, Buzato *et al.* 2000, Vasconcelos & Lombardi 2000, Varassin & Sazima 2000, Machado & Semir 2006).

Ainda que os estudos realizados através de registros visuais de visitas às flores promovam esclarecimentos acerca das relações evolutivas planta/polinizador, estudos sob uma perspectiva palinológica, ainda que recentes (Fraga *et al.* 1997, Amaya *et al.* 2001, Borgella Jr *et al.* 2001, Gutiérrez *et al.* 2004, Lasprilla & Sazima 2004, Rodriguez-Flores & Stiles 2005, Araujo 2010, Fonseca 2012), enriquecem e complementam os dados de observação direta em campo.

As espécies de beija-flores da subfamília Phaethornithinae tendem a forragear em linhas-de-captura (“traplining”) e utilizar grande diversidade de espécies em indivíduos não agregados, enquanto que as espécies de Trochilinae

atuam geralmente como territoriais, explorando machas com concentração de recurso (Feinsinger & Cowell 1978); contudo, dependendo da disponibilidade de recursos alimentares pode haver a flexibilização das estratégias de forrageio (Feinsinger & Cowell 1978, Fraga 1989).

Além da estratégia de forrageio, a morfologia do bico dos beija-flores tem grande influência na diversidade de grãos de pólen transportados e na eficiência da polinização (Lasprila & Sazima 2004). Os fetornitíneos apresentam bico longo, reto ou curvado, podendo visitar e transportar o pólen de uma maior riqueza de espécies em relação aos troquilíneos, os quais possuem bico curto e reto e algumas vezes são impedidos de visitar flores com corola longa e curvada (Machado & Rocca 2010).

Nesse contexto, conhecer os locais de impregnação de pólen no corpo destas aves pode refletir as adaptações das características florais das plantas visitadas, como comprimento do tubo da corola e disposição das anteras, além de elucidar questões sobre estratégias das plantas ornitófilas em evitar a mistura de pólen heteroespecífico (Machado & Rocca 2010).

Como a perspectiva palinológica só ressalta as visitas legítimas dos beija-flores, ela é muito importante para avaliar a eficiência do polinizador e, de certa forma, analisar níveis de especialização quanto ao uso do recurso pelos beija-flores e, do ponto de vista das plantas, ao uso destas aves como seus vetores de pólen (Amaya *et al.* 2001). Portanto, cada vetor de pólen tem eficiência diferente no fluxo de pólen (Johnson & Steiner 2000), o que é potencialmente importante para compreender a organização da comunidade vegetal.

O objetivo desse estudo foi investigar a carga de pólen transportada por beija-flores em uma área de Mata Atlântica da Bahia, identificar os tipos polínicos

coletados em diferentes partes do corpo das aves e avaliar a riqueza e abundância dos tipos polínicos identificados, assim como a importância dos recursos utilizados pelos beija-flores representados pelos tipos polínicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na área da Reserva Ecológica da Michelin (REM) situada no Município de Igrapiuna, Bahia, Brasil (13°48'43" S, 39°12'14" W). Os registros foram realizados no sub-bosque da Mata da Vila 5 com área de 180ha e altitude de cerca de 250 m. O relevo da região é caracterizado por morros arredondados com encostas suaves e topos convexos cobertos principalmente por Floresta Ombrófila (Ab'Saber 2003).

O sub-bosque do fragmento de mata estudado apresenta vegetação contínua e pouco densa, abundante em lianas e bromélias epífitas do gênero *Vriesea*. O dossel pode atingir até 30 m de altura, com árvores centenárias do gênero *Sloanea*, *Caryocar* e *Copaifera*. O fragmento de mata é rodeado por sistemas agroflorestais, sobretudo com plantações de seringueiras - *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg (Euphorbiaceae).

A região é dominada por um clima do tipo "Af" tropical úmido a subúmido (Köppen 1948). As chuvas são abundantes e distribuídas durante o ano com médias anuais superiores a 1.750 mm. As temperaturas médias anuais variam entre 22°C e 30°C com umidade média em torno de 80% (dados climáticos coletados da estação meteorológica dentro da REM).

Coleta de dados

De abril de 2010 a agosto de 2011 foram efetuadas expedições mensais, de cinco a dez dias cada, para captura de beija-flores no sub-bosque da área de estudo usando armadilhas *Ruschi net trap* (Ruschi 2009) e redes de neblina (2m × 9m, 15 mm de malha, 0,5m acima do solo) (Anexo). As capturas foram realizadas em trilhas do sub-bosque no interior da mata (4,5 km de trilha) e em sua borda (2,8 km de comprimento).

Foram usadas duas armadilhas *Ruschi net trap* e duas redes de neblina para a captura dos beija-flores. Em todos os meses de coleta, por um dia, uma armadilha foi montada no interior da mata e uma na borda do fragmento, das 06:00 as 18:00 h. Para as armadilhas *Ruschi net trap*, os beija-flores foram atraídos utilizando garrafas coloridas contendo solução de água com açúcar (20%), colocadas nas armadilhas um dia antes do início das capturas.

Dos beija-flores capturados, foi removido o pólen impregnado em seu bico, cabeça (fronte e vértice), garganta e peito com o uso de fita adesiva transparente; de cada indivíduo capturado (Ortega-Olivencia *et al.* 2005). As cargas polínicas transportadas nas diferentes partes do corpo foram coladas em lâminas histológicas individualizadas, devidamente identificadas (Ortega-Olivencia *et al.* 2005).

O tamanho do bico da ave foi mensurado utilizando paquímetro e classificados como curto (≤ 20 mm), médio (20 - 25 mm) e longo (≥ 25 mm). Cada captura foi considerada como um novo indivíduo. Os beija-flores capturados foram identificados com o auxílio de guias de campo (Grantsau 1989, Sigrist 2009) e libertos em seguida.

Os tipos polínicos coletados do corpo dos beija-flores foram identificados no Laboratório del Área de Biología Vegetal, Ecología y Ciencia de la Tierra da Universidad de Extremadura, Espanha, através de comparações de uma coleção de referência de amostras de pólen de um total de 31 espécies, ornitófilas e não-ornitófilas potencialmente capazes de receber visitas de beija-flores na área de estudo (Anexo). De cada espécie, grãos de pólen não acetolisados foram montados em lâminas contendo glicerina e selados com esmalte de unha. Foram utilizados grãos de pólen provenientes de botões florais em pré-antese de no mínimo três indivíduos.

As fitas adesivas foram coradas com azul de lactofenol, levadas ao microscópio e os tipos polínicos identificados com auxílio da coleção de referência. Todos os tipos polínicos identificados foram contabilizados em cada uma das lâminas e fotografados em Câmera Nikon DS-Fi2 acoplada ao microscópio.

Quando houve dificuldade na identificação dos tipos polínicos, as fitas adesivas foram cortadas em pedaços menores, colocadas em tubo de ensaio contendo água com algumas gotas de glicerina e submetidas ao ultrassom por cerca de quatro horas, para remoção dos grãos de pólen da fita adesiva (Ortega-Olivencia *et al.* 2005). Os tubos foram levados à centrifuga por 10 minutos, sendo descartado o sobrenadante. Para caracterização dos grãos de pólen, foi utilizado o método de acetólise (Erdtman 1960). Os grãos de pólen foram montados em lâminas com gelatina glicerinada, selados com parafina e observados ao microscópio.

O uso do ultrassom, para retirada de grãos de pólen da fita adesiva, não foi aplicado em todas as amostras coletadas devido ao fato de a maioria das fitas

adesivas apresentar pequena quantidade de grãos de pólen, estando, por isso, susceptível à perdas.

Para caracterização dos grãos de pólen não identificados e em pouca quantidade nas fitas adesivas, foi utilizado o método de acetólise (adaptado de Erdtman 1960) em uma lâmina côncava. Os grãos de pólen foram montados em lâminas com gelatina glicerinada, selados com parafina e observados ao microscópio.

Análise dos dados

O índice de correlação de Spearman (r_s) foi usado, através do Programa Statistica 7 (Statsoft 2004), para verificar se houve correlação entre o comprimento do bico das espécies de beija-flores capturadas com o total de grãos de pólen transportado por espécie e com a riqueza de tipos polínicos por espécie. Foi verificado também se houve correlação entre o total de grãos de pólen transportado por espécie com a riqueza de tipos polínicos registrados por espécie.

Para verificar se o número de espécies capturadas por espécie influencia no número de grãos de pólen transportados, bem como, a riqueza de tipos polínicos transportados por espécie, foram realizadas análise de correlação de Spearman entre estes dados. Antes de cada análise, foi certificada a distribuição dos dados.

Com objetivo de conhecer a similaridade dos beija-flores quanto aos tipos polínicos transportados, foi feita a análise Cluster utilizado o índice de Bray-curtis (ligação média entre grupos) no Programa Primer 6 (Clarke & Gorley 2006). Os dados usados para esta análise foi a abundância dos grãos de pólen por

indivíduo de cada espécie de beija-flor que apresentaram um determinado tipo polínico.

Para avaliar o uso do recurso floral, representado pelos tipos polínicos, foi utilizado o Índice de Valor de Importância do Recurso (IVIR) (Amaya *et al.* 2001). Esse índice é expresso como a razão entre a somatória das intensidades de uso de um dado recurso (PixFix) e o número total de espécies de beija-flores estudadas nas comunidades (N), onde **Pix** = frequência de uso do recurso floral *i* por parte da espécie *x* de beija-flor/frequência total de recursos utilizados pela espécie *x* de beija-flor. O valor de **Pix** é resultado da razão entre a frequência de registros de pólen da espécie *i* na espécie *x* de beija-flor e a frequência total de registro de pólen de todas as espécies de plantas utilizadas pelas espécies de beija-flor *x*; **Fix** = número de indivíduos da espécie *x* de beija-flor que utilizam o recurso *i*/número total de indivíduos da espécie *x* avaliados; e **N** = número total de espécies de beija-flores estudadas na comunidade.

A intensidade de uso é definida como o produto de **Pix** (porcentagem de uso do recurso *i* por parte da espécie de beija-flor *x*) por **Fix** (taxa de fidelidade ou porcentagem de indivíduos de uma espécie que usa o recurso). O valor máximo de intensidade de uso é 1.0 e neste caso uma determinada espécie de beija-flor usa unicamente o recurso floral *i*.

RESULTADOS

Dezesseis tipos polínicos foram encontrados no corpo dos beija-flores capturados na área de estudo, não sendo identificada a afinidade botânica de apenas três tipos (Tabela 1). Os tipos *Mendoncia*, Bignoniaceae 1, Bignoniaceae 2, *Costus* e *Heliconia* foram os mais representados; o tipo *Vriesea/Bilbergia* foi

encontrado em menor quantidade, sendo, contudo, registrado em todas as espécies de beija-flor capturadas (Tabela 1).

Oito espécies de beija-flores foram capturadas, somando um total de 53 indivíduos (Tabela 2), sendo quatro espécies da subfamília Phaethornithinae – *Glaucis hirsutus* (Gmelin, 1788), *Phaethornis ruber* (Linnaeus, 1758), *P. pretrei* (Lesson & Delattre, 1839) e *P. margarettae* (Ruschi, 1972) - e quatro da subfamília Trochilinae - *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), *Aphantochroa cirrochloris* (Vieillot, 1818), *Chlorostilbon notatus* (Reich, 1793) e *Thalurania glaucopis* (Gmelin, 1788). Das espécies de beija-flores capturadas, 12% tem bico curto, 50% bico médio e 38% bico longo (Tabela 2).

As espécies da subfamília Phaethornithinae transportaram a maior quantidade de grãos de pólen (Tabela 2). As espécies *Phaethornis pretrei* e *P. margarettae* transportaram a maior quantidade de grãos de pólen por indivíduo. Dentre os Trochilinae, *A. cirrochloris* transportou a maior quantidade de grãos de pólen por indivíduo, porém em valor menor que os fetornitíneos (Tabela 2).

Os fetornitíneos foram vetores de pólen exclusivos de sete tipos polínicos: *Ruellia*, Bignoniaceae 1, *Hohembergia*, *Costus*, *Calathea*, Monocotiledônea e Indeterminado 3; os tipos Mimosoidae, *Cupania*, Indeterminado 1 e Indeterminado 2 foram encontrados apenas nas espécies de troquilíneos, enquanto que os tipos *Mendoncia*, Bignoniaceae 2, *Vriesea/Bilbergia*, *Heliconia* e Papilionoideae foram transportados por beija-flores de ambas subfamílias.

O bico foi o principal local de transporte de pólen, contendo 58% de todos os grãos contabilizados (20.752 grãos de pólen), seguido pela cabeça (30%), garganta (11%) e peito (1%) (Tabela 3).

Não houve correlação significativa do comprimento do bico dos beija-flores com o total de grãos de pólen transportados por espécie (r_s : 0,52; $p > 0,05$) ou com a riqueza de tipos polínicos registrada por espécie (r_s : 0,12; $p > 0,05$). A riqueza de tipos polínicos também não apresentou correlação significativa com o total de grãos de pólen por espécie (r_s : 0,58; $p > 0,05$). O número de indivíduos capturados por espécie foi correlacionado positivamente com a riqueza de tipos polínicos (r_s : 0,83; $p < 0,05$), mas não apresentou correlação com o total de grãos de pólen por espécie (r_s : 0,41; $p > 0,05$).

A análise de Cluster mostrou a formação de dois grandes grupos similares quanto ao transporte de tipos polínicos (Figura 2): um grupo composto por três espécies de fetornitíneos e um troquilíneo (*A. cirrocloris*), sendo *P. margarettae* e *P. pretrei* os mais similares; e outro grupo formado por três espécies de troquilíneos e pelo fetornitíneo *P. ruber*, sendo que *T. glaucops* e *E. macroura* apresentaram a maior similaridade.

Os tipos polínicos que apresentaram maior IVIR foram Bignoniaceae 2 (IVIR = 0,1767), *Heliconia* (IVIR = 0,1025), e Papilionoideae (IVIR = 0,1126), sendo utilizados por quatro, cinco e três espécies de beija-flores respectivamente (Tabela 4).

A maior intensidade de uso do tipo Bignoniaceae 2 foi registrada em *P. margarettae* (PixFix = 0,9858), do tipo *Heliconia* em *P. pretrei* (PixFix = 0,3488) e do tipo Papilionoideae em *C. notatus* (PixFix = 0,8873) (Tabela 4).

O recurso representado pelo tipo polínico *Vriesea/Bilbergia* foi utilizado por todos os beija-flores capturados, porém, apresentou apenas o quarto maior IVIR (0,0736), ressaltado principalmente pela intensidade de uso de *A. cirrocloris* (PixFix = 0,3282).

Os tipos polínicos com IVIR mais baixos foram *Ruellia*, Mimosoidae, Monocotiledonea e Indeterminado 1. Não foi possível estimar o IVIR dos tipos polínicos com baixa intensidade de uso pela troquilofauna, como Tipo *Calathea* e Indeterminado 3.

DISCUSSÃO

O número de tipos polínicos transportados por beija-flores da área deste estudo foi inferior ao encontrado em beija-flores de algumas localidades da floresta amazônica (29 tipos, por Amaya *et al.* 2001; 80 tipos, por Lasprilla & Sazima 2004) e em vegetação alto-andina (53 tipos, por Gutiérrez *et al.* 2004). Nesses estudos, o número de indivíduos de beija-flores capturados e as amostras polínicas coletadas foram superiores ao amostrado no sub-bosque na área do presente estudo, o que deve estar diretamente relacionado com a riqueza de tipos polínicos transportados.

Investigações que abordaram análise da carga polínica transportadas por beija-flores apontaram os fetornitíneos como o grupo que dispersa maior quantidade de grãos de pólen que os troquilíneos (Borgella Jr *et al.* 2001, Lasprilla & Sazima 2004); quanto aos fetornitíneos capturados na REM, foi encontrado resultado semelhante em relação à quantidade de pólen transportada por espécie e por indivíduo.

A quantidade de grãos de pólen transportados por beija-flores é um fator importante para avaliar a eficiência do polinizador (Amaya *et al.* 2001), um vez que o transporte de grandes cargas polínicas coespecíficas aumenta a possibilidade da deposição, no estigma, da quantidade de grãos de pólen necessária para o sucesso reprodutivo da espécie.

A grande quantidade de grãos de pólen transportada pelos fetornitíneos pode ter relação com estratégia de forrageio comumente usada nesta subfamília, utilizando muitas espécies ricas em néctar ao longo de uma rota de captura (Stiles 1975, 1985). Da mesma forma, as estratégias de forrageio comumente associadas aos troquilíneos (territorialismo, parasitismo de territórios, “traplining” de baixa recompensa, e generalista), através dos quais efetuam visitas frequentes às flores de um conjunto restrito de espécies (Feinsinger & Colwell 1978), deve compensar a baixa quantidade de pólen transportada pela subfamília.

A grande quantidade de pólen encontrada no bico das aves pode estar relacionada com tamanho curto e mediano das corolas das flores visitadas, além da disposição das anteras dentro do tubo da corola (Sazima *et al.* 1995). Mesmo o bico sendo o local de maior ocorrência de grãos de pólen, o transporte de pólen nessa parte do corpo da ave é considerado menos eficiente para a polinização, uma vez que os grãos de pólen podem ser perdidos pelo hábito de limpar o bico, comportamento comum dos beija-flores (Feinsinger *et al.* 1987).

Além do bico, as regiões da cabeça e da garganta foram os locais que transportaram maior quantidade de grãos de pólen e, diferentemente do bico, estes locais são considerados seguros na deposição de pólen, pois a perda de grão é pequena (Sazima *et al.* 1995), maximizando a possibilidade de sucesso na polinização. Dessa forma, espécies com morfologia floral que proporcionem a deposição de pólen na cabeça ou na garganta das aves podem ser consideradas mais especializadas na polinização por beija-flores (Sazima *et al.* 1995).

Diferente do encontrado em comunidade de beija-flores na Amazônia (Lasprilla & Sazima 2004), o comprimento do bico dos beija-flores não

apresentou correlação significativa com o total de grãos de pólen transportados e a riqueza de tipo polínico por espécie. Em estudos através de registros visuais de visitas às flores, o comprimento do bico pode ser determinante na diversidade de recursos florais utilizados por beija-flores (Machado & Rocca 2010). Entretanto, na REM, a partir da análise de cargas polínicas, esse fator foi pouco decisivo na riqueza de plantas polinizadas.

Apesar do bico longo possibilitar a visita de uma maior diversidade de tipos florais, os fetornitíneos foram fiéis a algumas espécies de plantas dentro de sua rota de captura, transportando muitos grãos de pólen destas plantas. Esta fidelidade pode ser acompanhada por uma morfologia floral especializada tipo “chave-fechadura”, a qual facilita a deposição de muitos grãos de pólen no corpo da ave, em poucas visitas às flores.

Não houve correlação entre a riqueza de tipos polínicos registrada e a quantidade de grãos de pólen transportada pelos beija-flores, diferente do encontrado em floresta amazônica (Amaya *et al.* 2001, Lasprilla & Sazima 2004, Rodriguez-Flores & Stiles 2005), onde os beija-flores com maior quantidade de grão de pólen foram também os que transportaram a maior riqueza de tipos polínicos. Nesse caso, espécies de beija-flores que carregam uma maior quantidade de grãos de pólen na REM não necessariamente transportam uma maior riqueza de tipos polínicos. Este resultado corrobora a ideia de que, embora possam transportar uma grande quantidade de grãos de pólen, os fetornitíneos atuaram como vetores de pólen eficientes de um grupo mais restrito de espécies vegetais.

A riqueza de tipos polínicos transportada pode ser influenciada pelo número de indivíduos capturados de cada espécie, uma vez que houve

correlação significativa positiva entre estes dados. Por isso, se faz necessária uma melhor padronização no número de indivíduos capturados de cada espécie de beija-flor, uma vez que, quando se analisa as cargas polínicas transportadas por cada espécie, deve-se levar em conta a variação individual na utilização do recurso (Lasprilla & Sazima 2004).

Em estudos através de registros visuais às plantas, no fragmento de mata atlântica investigado neste estudo, foram registradas 18 espécies de plantas sendo utilizadas por beija-flores (Capítulo 1), enquanto que a análise da carga polínica transportada por beija-flores revela uma riqueza inferior de plantas visitadas (16 tipos polínicos). No entanto, a análise de carga polínica proporcionou o acréscimo de nove taxa de plantas utilizadas por beija-flores, ampliando o conhecimento sobre a riqueza de espécies que utilizam os beija-flores como vetores de pólen na REM.

Como são recentes os estudos de cargas polínicas transportadas por beija-flores (Amaya *et al.* 2001, Borgella Jr *et al.* 2001, Gutiérrez *et al.* 2004, Lasprilla & Sazima 2004, Rodriguez-Flores & Stiles 2005), a falta de padronização dos métodos utilizados para captura das aves, coleta e identificação dos tipos polínicos pode interferir diretamente na riqueza e na quantidade de tipos polínicos registrada no corpo dos beija-flores em diferentes comunidades vegetais, limitando comparações com estes estudos.

Alguns tipos polínicos, registrado em baixa frequência (tipo Mimosoidae, Indeterminado 1, 2 e 3), podem ter sido encontrados no corpo dos beija-flores devido à contaminação durante o voo, enquanto capturam insetos, recolhendo materiais para construção de ninhos ou durante sua manipulação nas redes e nas armadilhas. Apesar disso, a análise de carga polínica enriqueceu e

complementou os dados de observação direta em campo, revelando que a riqueza de espécies visitadas por beija-flores deve estar sendo subestimada em investigações que utilizam apenas observações do tipo indivíduo-focal para a coleta dos dados.

Na análise de Cluster, a maior similaridade quanto ao transporte de tipos polínicos foi observado entre beija-flores da mesma subfamília. Estes resultados corroboram estudos de carga polínica em beija-flores de floresta amazônica (Lasprilla & Sazima 2004) e feitos a partir de observações focais em área de mata atlântica de São Paulo (Machado & Semir 2006), o que pode revelar a formação de grupos de beija-flores que transportam de pólen, sobretudo, de espécies vegetais específicas (Lasprilla & Sazima 2004).

No entanto, o transporte em grande quantidade do tipo *Mendoncia* proporcionou à espécie *P. ruber* uma maior similaridade com os troquilíneos. Da mesma forma, o beija-flor *Aphantocroa cirrochloris* apresentou maior similaridade com os fetornitíneos, pelo transporte dos tipos polínicos Bignoniaceae 2 e *Heliconia*. A sobreposição no uso do recurso entre espécies de subfamílias distintas pode estar relacionada com as características de forrageio dos beija-flores visitantes florais (Capítulo 1) e/ou proporcionada por espécies vegetais mais generalistas quanto ao uso de vetores de pólen, possibilitando o transporte de pólen por beija-flores de ambas as subfamílias (tipo *Vriesea/Bilbergia*).

O tipo polínico *Vriesea/Bilbergia* foi encontrado em todos os beija-flores capturados, representando um dos recursos mais importantes para a comunidade de beija-flores estudada. Apesar disso, este tipo polínico apresentou apenas o quarto maior índice de valor de importância de recurso (IVIR = 0,0736). Estes resultados diferiram do encontrado em análise de carga polínica de beija-flores

em floresta amazônica (Amaya *et al.* 2001), o qual indica a espécie mais generalista quanto ao uso de vetores de pólen, exibindo o maior índice de valor de importância do recurso.

As espécies representadas pelos tipos polínicos Bignoniaceae 2, *Heliconia* e Papilionoideae podem ser consideradas como os recursos mais importantes para os beija-flores, já que apresentaram os maiores índices de valor de importância de recurso (IVIR). No entanto, estes índices foram ressaltados pela alta intensidade de uso do recurso (PixFix) de apenas uma ou duas espécies de beija-flores. Neste contexto, os tipos polínicos com os maiores índices de valor de importância de recurso representam as espécies vegetais mais especialistas quanto ao uso de vetores de pólen.

O beija-flor *P. margarettae* usou com maior intensidade o recurso representado pelo tipo Bignoniaceae 2 (PixFix = 0,9858), além de transportar a maior quantidade de grãos de pólen deste tipo polínico. A correspondência entre a alta intensidade de uso do recurso de um tipo polínico por uma determinada espécie de beija-flor (PixFix) e a elevada quantidade de grãos de pólen transportada deste tipo polínico, pelo mesmo beija-flor, indica uma alta eficiência do beija-flor no transporte de pólen e uma grande especialização da planta no uso do vetor de pólen (Amaya *et al.* 2001).

O recurso representado pelo tipo *Costus* também foi utilizado por *P. margarettae*, e deve representar a única espécie identificada para este gênero na área de estudo (*Costus spiralis* - ver Capítulo 1), a qual ocorre apenas na borda da mata. A presença do tipo *Costus* no corpo de *P. margarettae* indica que este beija-flor não se restringe ao interior da mata, como descrito nas poucas publicações para a espécie (Vielliard 1994, Willis & Onik 2002, Ruschi & Simon

2012), podendo se deslocar até áreas abertas da borda da mata em busca de recurso. Nesse sentido, a descrição da morfologia polínica do tipo *Costus* e de todos os morfotipos encontrados no corpo dos beija-flores, e a sua identificação ao nível de espécie, poderia fundamentar melhores conclusões sobre o uso do recurso floral pelos beija-flores.

Phaethornis margarettae é um beija-flor endêmico do bioma Mata Atlântica (Ruschi 1972), além de categorizado como espécie criticamente ameaçada de extinção (Ministério do Meio Ambiente 2008). Visitas esporádicas de *P. margarettae* já foram registradas às flores de Bignoniaceae, Fabaceae, Verbenaceae, Rubiaceae e Bromeliaceae no Espírito Santo (Ruschi 1972) e em Pernambuco (Siqueira-Filho 2003), sendo o presente estudo primeiro sobre as relações ecológicas desta espécie no estado da Bahia. Investigações das cargas polínicas transportadas por *P. margarettae* é extremamente valiosa já que, as informações sobre os padrões de deslocamento individual, estratégias de forrageio e composição das espécies cujas flores exploram são essenciais para a preservação de suas populações.

Dessa forma, a análise da carga polínica transportada por beija-flores pôde revelar a composição efetiva das plantas que utilizam os beija-flores como vetores de pólen e mensurar a eficiência no transporte de grãos de pólen de cada espécie de beija-flor. Além disso, o alto investimento na morfologia floral especializada deve proporcionar a deposição de grandes quantidades de grãos de pólen em local seguro do corpo da ave, maximizando o sucesso reprodutivo vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A. N. 2003. Os domínios de natureza no Brasil. Potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial 159 p.
- Amaya, M.; Stiles, F. G. & Rangel, J. O. 2001. Interacción planta-colibrí en Amacayacú (Amazonas, Colômbia): una perspectiva palinológica. *Caldasia* 23 (1): 301-322.
- Araújo, F. P. 2010. A comunidade de plantas utilizadas e suas interações com beija-flores em uma área de Cerrado, Uberlândia - Minas Gerais. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Ecologia. Universidade Estadual de Campinas.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in a tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.
- Borgella Jr, R.; Snow, A. A. & Gavin, T. A. 2001. Species Richness and Pollen Loads of Hummingbirds Using Forest Fragments in Southern Costa Rica. *Biotropica* 33: 90-109.
- Buzato, S., M. Sazima & I. Sazima. 2000. Hummingbird-pollinated floras at tree Atlantic Forest sites. *Biotropica* 32 (4b): 824-841.
- Canela, M. B. F. & Sazima, M. 2003. *Aechmea pectinata*: a hummingbird-dependent bromeliad with inconspicuous flowers from the rainforest in South-eastern Brazil. *Annals of Botany* 92: 731-737.
- Clarke, K. R & Gorley, R. N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method: A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39: 561-564.

- Feinsinger, P. & Colwell, R. K. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoologist* 18: 779-795.
- Feinsinger, P. 1983. Coevolution and Pollination. In Futuyma, D. J. & Slatkin, M., eds. *Coevolution*. Sinauer Associates, Massachusetts. p. 282-310.
- Feinsinger, P.; Beach, J. H.; Linhart, Y. B.; Busby, W. H. & Murray, K. G. 1987. Pollinator Predictability and Pollination Success Among Costa Rican Cloud Forest Plants. *Ecology* 68 (5): 1294-1305.
- Fonseca, L. C. N. 2012. Transporte de pólen de espécies ornitófilas e energia disponível para beija-flores em área de Mata Atlântica. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Campinas.
- Fraga, R. M. 1989. Interactions between nectarivorous birds and the flowers of *Aphelandra sinclairiana* in Panama. *Journal of Tropical Ecology* 5:19-26.
- Fraga, R. M.; Ruffini, A. E. & Grigera, D. 1997. Interacciones entre el picaflor rubi *Sphanoides sephaniodes* e plantas del bosque subantartico en el Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. *Homero* 14: 224-234.
- Grantsau, R. 1988. Os beija-flores do Brasil. *Expressão e Cultura*, Rio de Janeiro.
- Gutiérrez, A. Z; Rojas-Nossa, S. V. & Stiles, F. G. 2004. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos. *Ornitología Neotropical* 15: 205-213.
- Johnson, S. D. & Steiner, K. E. 2000. Generalization versus specialization in plant pollination systems. *Trends in Ecology and Evolution* 15(4): 140-143.
- Köppen, W. 1948. *Climatología con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Economica, Mexico, Buenos Aires.

- Lasprilla, L. R. & Sazima, M. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15 (Supl.): 183-190.
- Machado, C. G. & Rocca, M. 2010. Protocolos para o estudo de polinização por aves. In: Von Matter, S., Straube, F., Candido Jr, J.F., Piacentini, V. e Accordi, I. (Org.). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Editora Technical Books, v. 1, 1 ed. Rio de Janeiro p. 473-489
- Machado, C. G. & Semir, J. 2006. Fenologia de floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica*. 29 (1)163-174.
- Mendonça, B. M. & Anjos, L. 2003. Bird-flower interactions in Brazil: a review. *Ararajuba* 11(2): 195-205.
- Ministério Do Meio Ambiente. 2008. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Machado, A.B.M.; Drummond, G.M. & Paglia, A.P. (eds). Brasília. Ministério do Meio Ambiente, Distrito Federal vol. 2, 906 p.
- Ortega-Olivencia, A; Rodríguez-Riaño, T.; Valtueña, F.J.; López, J. & Devesa, J.A. 2005. First confirmation of a native bird-pollinated plant in Europe. *Oikos* 110: 578-590.
- Rocca, M. A. & Sazima, M. 2013. Quantity versus quality identifying the most effective pollinators of the hummingbird-pollinated *Vriesea rodigasiana* (Bromeliaceae). *Plant Systematics and Evolution* 299(1): 97-105.
- Rodriguez-Flores, C. I. & Stiles, F. G. 2005. Análisis ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus flores en la Amazonia Colombiana. *Ornitología Colombiana* 3: 7-27.

- Ruschi, P. A. & Simon, J. E. 2012. Hummingbirds of Santa Teresa, State of Espírito Santo, Southeastern Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série.)* 29: 31-52.
- Ruschi, P. A. 2009. A new hummingbird trap. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)* 25: 67-75.
- Ruschi, A. 1972. Uma nova espécie de beija-flor do E. E. Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão Série Zoologia* 35: 1-5.
- Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1995. The saw-billed hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern Brazil. *Journal für Ornithology* 136: 195-206.
- Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1996. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. *Botanica Acta* 109: 149-160.
- Siqueira-Filho, J. A. 2003. História natural, ecologia e conservação de Bromeliaceae na floresta Atlântica Nordestina. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Sigrist, T. 2009. Guia de Campo Avis Brasiliis - Avifauna Brasileira: Descrição das Espécies – The Avis Brasiliis Field Guide to the Birds of Brazil: Species Accounts. *Avis Brasiliis*, v. 1 e 2, 1 ed., São Paulo 480 p, 600 p.
- StatSoft, Inc. 2004. Statistica. (data analysis software system), version 7.
- Stiles, F. G. 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *Ecology*. 56: 285-301.
- Stiles, F. G. 1985. Seasonal pattern and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican sub-tropical forest. In: *Neotropical Ornithology*.

- Buckley, P. A.; Morton, M.S.; Ridgley, R. S. & Buckley, F. G. (eds). Washington, DC. pp 757-787.
- Vasconcelos, M. F. & Lombardi, J. A. 2000. Espécies vegetais visitadas por beija-flores durante o meio do verão no Parque Estadual de Pedra Azul, Espírito Santo. *Melopsittacus* 3: 36-41.
- Vielliard, J. M. E. 1994. Catálogo dos troquilídeos do Museu de Biologia Mello Leitão. Museu de Biologia Professor Mello Leitão, Santa Teresa 113p.
- Willis, E. O. & Oniki, Y. 2002. Birds of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil: do humans add or subtract species? *Papéis Avulsos de Zoologia* 42 (9): 193-264.

Tabela 1: Tipos polínicos encontrados em 212 amostras coletadas do corpo de beija-flores capturados, entre abril de 2010 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Beija-flores: *Glaucis hirsutus* (Glh), *Phaethornis ruber* (Phr), *Phaethornis pretrei* (Php), *Phaethornis margarettae* (Phm), *Eupetomena macroura* (Eum), *Aphantochroa cirrochloris* (Apc), *Chlorostilbon notatus* (Chn) e *Thalurania glaucopis* (Thg).

Tipos polínicos	Total de grãos encontrados	Indivíduos de beija-flor	Beija-flores/Grãos por indivíduo/Tipo polínico							
			Glh	Phr	Php	Phm	Eum	Apc	Chn	Thg
Tipo <i>Mendoncia</i> (Acanthaceae)	7.688	12	-	842,33	-	-	2	13	-	92
Tipo <i>Ruellia</i> (Acanthaceae)	6	1	-	-	6	-	-	-	-	-
Tipo Bignoniaceae 1	1.552	1	1.552	-	-	-	-	-	-	-
Tipo Bignoniaceae 2	5.847	6	52	-	1.132	1.757,5	-	16	-	-
Tipo <i>Hohembergia</i> (Bromeliaceae)	530	2	-	527	3	-	-	-	-	-
Tipo <i>Vriesea/Bilbergia</i> (Bromeliaceae)	651	22	7,5	25	80	44	1	66,67	8	5,75
Tipo <i>Costus</i> (Costaceae)	1.222	8	21,75	12	558	7	-	-	-	-
Tipo <i>Heliconia</i> (Heliconiaceae)	3.111	18	86,67	57	951	-	7	226	-	-
Tipo <i>Calathea</i> (Marantaceae)	2	1	-	-	2	-	-	-	-	-
Tipo Mimosoidae	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Tipo Monocotiledônea	37	3	-	12,33	-	-	-	-	-	-
Tipo Papilionoideae	65	3	1	-	-	-	1	-	63	-
Tipo <i>Cupania</i> (Sapindaceae)	36	3	-	-	-	-	26	2	-	8
Indeterminado 1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Indeterminado 2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1
Indeterminado 3	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-

Tabela 2: Beija-flores capturados, entre abril de 2010 e agosto de 2011, em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Comprimento do bico: Média \pm desvio padrão, número de indivíduos mensurados (n). Grãos de pólen por indivíduo: Média \pm desvio padrão.

Beija-flores	Comprimento do bico (mm)	Total de grãos por espécie	Grãos de pólen por indivíduo	Riqueza de tipos polínicos
Phaethornitinae				
<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)	31,88 \pm 1,25 (n=6)	2.227	371,20 \pm 588,83	6
<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	22,60 \pm 1,29 (n=27)	8.814	314,80 \pm 754,45	7
<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)	32,28 \pm 1,50 (n=2)	5.453	2.726,50 \pm 709,23	6
<i>Phaethornis margarettae</i> (Ruschi, 1972)	37,15 \pm 4,11 (n=2)	3.566	1.783 \pm 1869,59	3
Trochilinae				
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	24,18 \pm 1,14 (n=2)	37	18,50 \pm 26,16	5
<i>Aphantochroa cirrochloris</i> (Vieillot, 1818)	22,22 \pm 1,57 (n=4)	457	114,30 \pm 77,36	5
<i>Chlorostilbon notatus</i> (Reich, 1793)	17,26 \pm 0,00 (n=1)	71	71 \pm 0,00	2
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	20,19 \pm 1,27 (n=8)	127	15,90 \pm 29,42	6

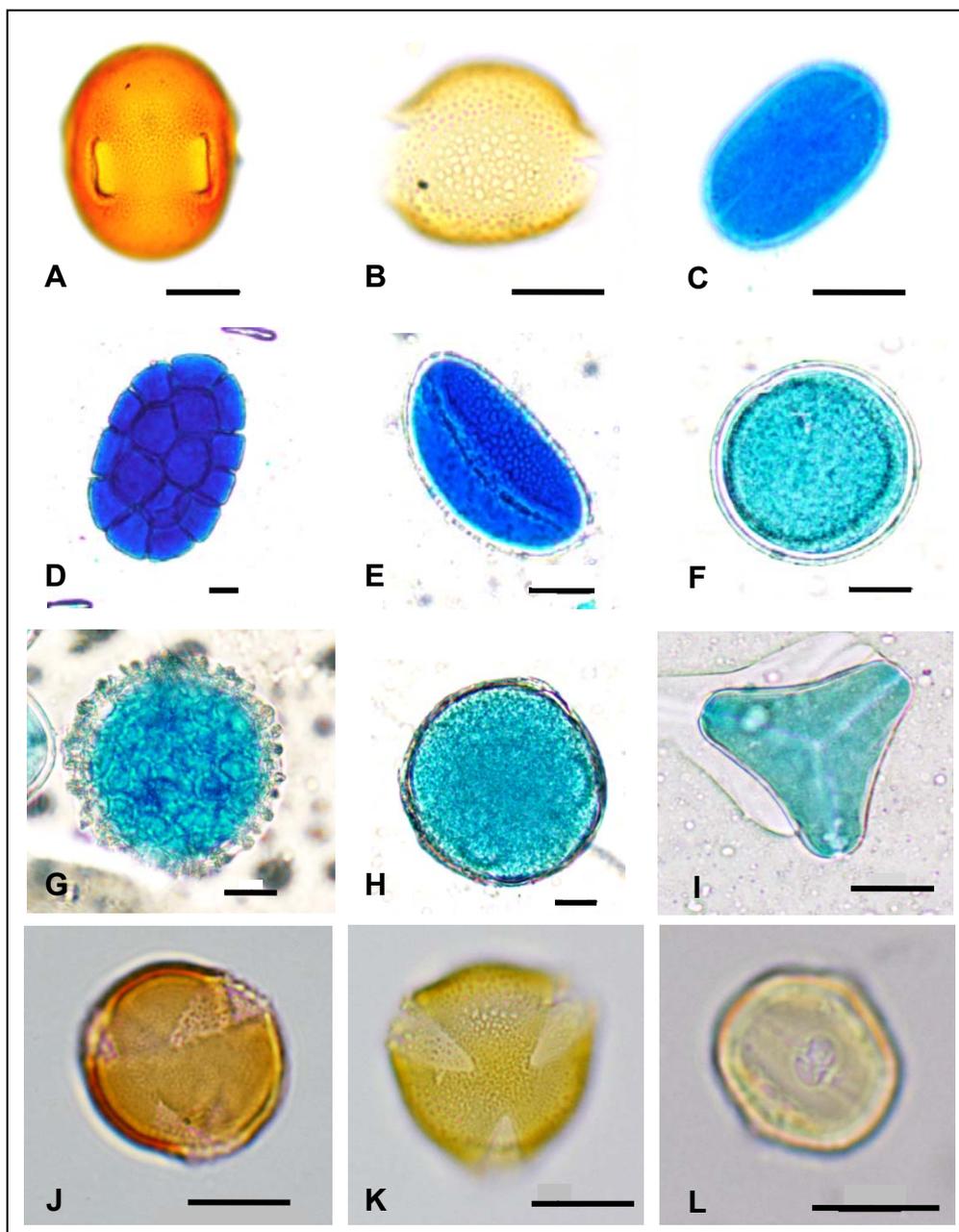


Figura 1: Tipos polínicos transportados por beija-flores capturados entre abril de 2010 e agosto de 2011 em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. A - Tipo *Mendoncia*; B - Tipo *Hohembergia*; C - Tipo Monocotiledonea; D - Tipo Mimosoidae; E - Tipo *Vriesea/Bilbergia*; F - Tipo *Heliconia*; G - Tipo *Ruellia*; H - Tipo *Costus*; I - Tipo *Cupania*; J - Tipo Bignoniaceae 1; K - Tipo Bignoniaceae 2; L - Tipo Papilionoideae. Tipos polínicos A, B, J, K e L: Acetolisados. Barra: 20 μ m.

Tabela 3: Quantidade de grãos de pólen coletadas em diferentes locais do corpo dos beija-flores capturados entre abril de 2010 e agosto de 2011 em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Beija-flores: *Glaucis hirsutus* (Glh), *Phaethornis ruber* (Phr), *Phaethornis pretrei* (Php), *Phaethornis margarettae* (Phm), *Eupetomena macroura* (Eum), *Aphantochroa cirrochloris* (Apc), *Chlorostilbon notatus* (Chn) e *Thalurania glaucopis* (Thg).

Local	Beija-flores								Total
	Glh	Phr	Php	Phm	Eum	Apc	Chn	Thg	
Bico	536	6.397	3.183	1.669	26	75	0	92	11.978
Cabeça (frente + vértice)	1.593	2.219	2.169	1	6	249	4	15	6.256
Garganta	93	169	97	1.801	5	119	67	18	2.369
Peito	5	29	4	95	0	14	0	2	149

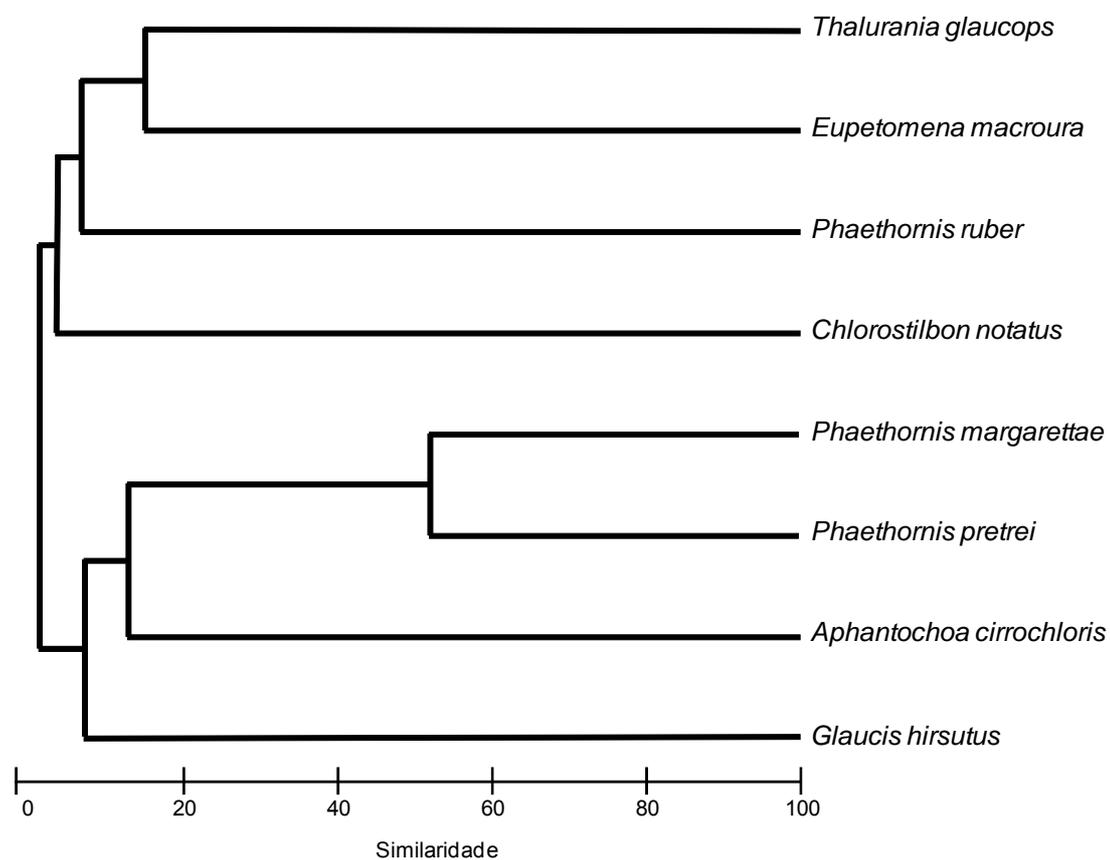


Figura 2: Similaridade dos tipos polínicos transportados por beija-flores capturados entre abril de 2010 e agosto de 2011 em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil.

Tabela 4: Intensidade de uso do recurso (PixFix) e Índice de Valor de Importância do Recurso (IVIR) dos tipos polínicos transportados por beija-flores capturados entre abril de 2010 e agosto de 2011 no sub-bosque de uma área de mata atlântica. Igrapiúna, Bahia. Beija-flores capturados: *Glaucis hirsutus* (Glh), *Phaethornis ruber* (Phr), *Phaethornis pretrei* (Php), *Phaethornis margarettae* (Phm), *Eupetomena macroura* (Eum), *Aphantochroa cirrochloris* (Apc), *Chlorostilbon notatus* (Chn), *Thalurania glaucopis* (Thg). Em negrito estão os valores de Intensidade de uso que mais influenciaram no IVIR.

Tipos polínicos identificados	IVIR	Intensidade de uso dos tipos polínicos (PixFix)								Intensidade total de uso
		Glh	Phr	Php	Phm	Eum	Apc	Chn	Thg	
Tipo <i>Mendoncia</i>	0,0502	0,0000	0,2766	0,0000	0,0000	0,0270	0,0071	0,0000	0,0906	0,4013
Tipo <i>Ruellia</i>	0,0001	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006
Tipo Bignoniaceae 1	0,0145	0,1162	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1162
Tipo Bignoniaceae 2	0,1767	0,0039	0,0000	0,4152	0,9858	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	1,4136
Tipo <i>Hohembergia</i>	0,0003	0,0000	0,0021	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0023
Tipo <i>Vriesea/Bilbergia</i>	0,0736	0,0022	0,0065	0,0293	0,0061	0,0135	0,3282	0,1127	0,0906	0,5891
Tipo <i>Costus</i>	0,0285	0,0228	0,0000	0,2045	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2283
Tipo <i>Heliconia</i>	0,1025	0,2384	0,0147	0,3488	0,0000	0,0946	0,1236	0,0000	0,0000	0,8202
Tipo <i>Calathea</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
Tipo Mimosoidae	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010
Tipo Monocotiledonea	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004
Tipo Papilionoideae	0,1126	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0135	0,0000	0,8873	0,0000	0,9009
Tipo <i>Cupania</i>	0,0450	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3514	0,0011	0,0000	0,0079	0,3603
Indeterminado 1	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010
Indeterminado 2	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0039	0,0039
Indeterminado 3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001

ANEXO

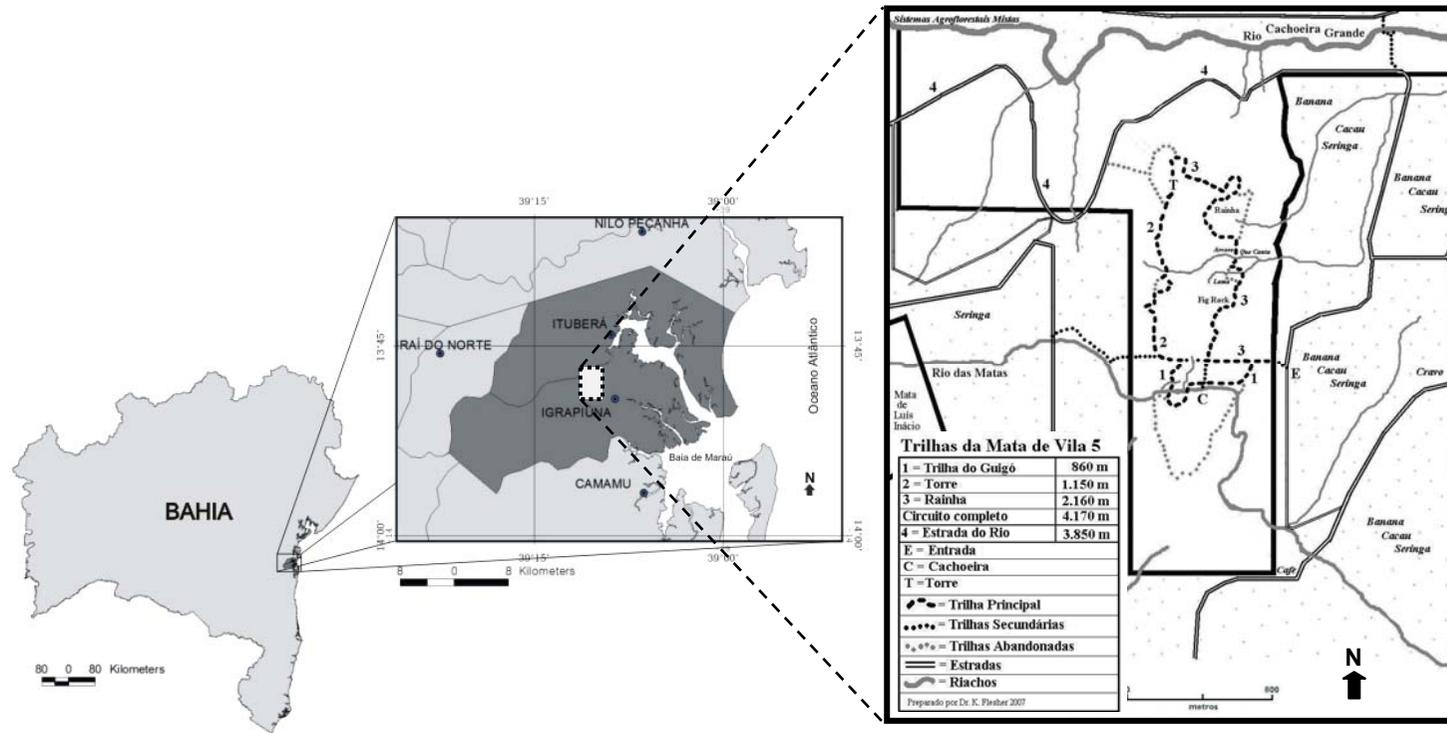


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, Reserva Ecológica da Michelin (REM), Igrapiúna, Bahia, Brasil. Em destaque a Mata da Vila 5, fragmento florestal onde foram realizados os estudos. Mapa da REM: Kevin Fleisher.

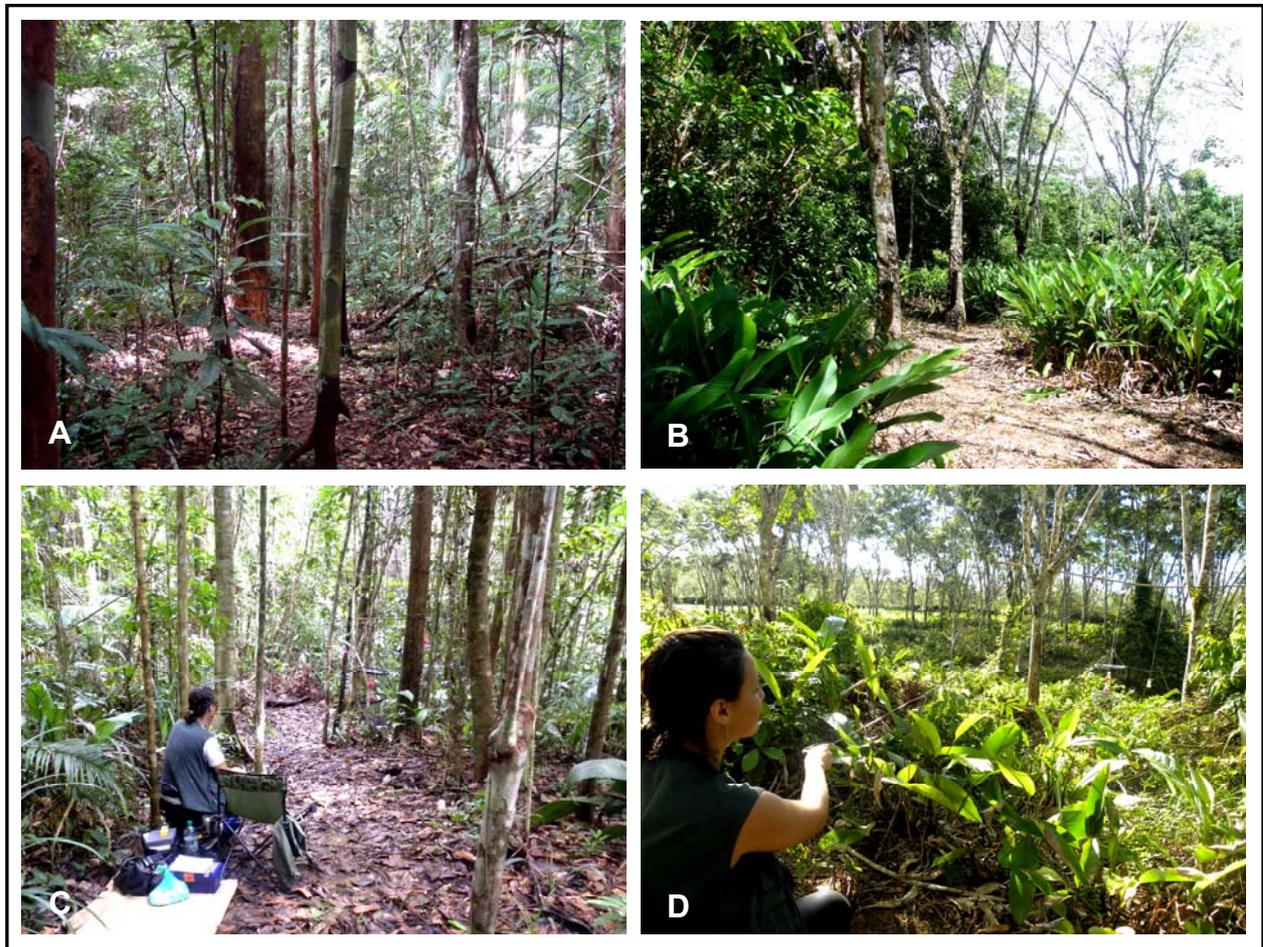


Figura 2: Aspecto do sub-bosque no interior do fragmento de mata atlântica estudado (A) e em sua borda (B) na Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Montagem das armadilhas *Ruschi net trap* para captura de beija-flores (C e D).



Figura 3: Captura de beija-flores em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Aspecto da estrutura da armadilha *Ruschi net trap* (A) e destaque do beija-flor capturado (B). Coleta de grãos de pólen do corpo dos beija-flores (C) e tomada de medida do comprimento do bico da ave (D).

Tabela 1: Espécies vegetais com grãos de pólen na biblioteca polínica de referência, coletados em uma área de sub-bosque de mata atlântica da Reserva Ecológica Michelin, Igrapiúna, Bahia, Brasil. Síndrome: Ornitófila (Or), Esfingófila (Es), Melitófila (Me).

Família / Espécie	Síndrome
Acanthaceae	
<i>Geissomeria macrophylla</i> Nees	Or
<i>Pseuderanthemum</i> sp	Es
<i>Ruellia affinis</i> (Schrad.) Lindau	Or
Bignoniaceae	
<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) DC.	Me
<i>Phryganocydia corymbosa</i> (Vent.) Bureau	Me
Bromeliaceae	
<i>Aechmea miniata</i> Beer ex Baker	Or
<i>Aechmea viridostigma</i> Leme & H.Luther	Or
<i>Billbergia chlorostica</i> Saunders	Or
<i>Billbergia euphemiae</i> E.Morren	Or
<i>Guzmania lingulata</i> (L.) Mez	Or
<i>Hohenbergia</i> aff. <i>capitata</i> (Schult. & Schult.f.) Baker	Or
<i>Lymania brachycaulis</i> (E.Morren ex Baker) L.F.Sousa	Or
<i>Nidularium innocentii</i> Lem.	Or
<i>Vriesea carinata</i> Wawra	Or
<i>Vriesea ensiformis</i> (Vell.) Beer	Or
<i>Vriesea procera</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Wittm.	Or
Campanulaceae	
<i>Centropogon cornutus</i> (L.) Druce	Or
Costaceae	
<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	Or
Cucurbitaceae	
<i>Gurania acuminata</i> (Schltdl.) Cogn.	Or
Cucurbitaceae sp 1	Or
Cucurbitaceae sp 2	Or
<i>Gurania subumbellata</i> (Miq.) Cogn.	Or
Fabaceae	
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Me
Gesneriaceae	
<i>Nematanthus corticola</i> Schrad	Or
<i>Drymonia coccinea</i> (Aubl.) Wiehler	Or
Heliconiaceae	
<i>Heliconia richardiana</i> Miq.	Or
<i>Heliconia spathocircinata</i> Aristeg.	Or
Malvaceae	
<i>Pavonia</i> sp	Me
Marantaceae	
<i>Calathea crocata</i> E.Morren & Joriss.	Or
<i>Ischnosiphon</i> sp	Me
Rutaceae	
<i>Conchocarpus macrophyllus</i> J.C.Mikan	Me